



Rintasyövän sädehoidon TT-simuloinnissa käytettävät ihomarkkerit

Vertailua annossuunnitteluohjelmalla

Radiografian ja sädehoidon
koulutusohjelma
röntgenhoitaja SR07K1
Opinnäytetyö
28.5.2010

Veera Hartikainen
Tuire Sotavalta

Koulutusohjelma		Suuntautumisvaihtoehto
Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelma		
Tekijä/Tekijät		
Veera Hartikainen, Tuire Sotavalta		
Työn nimi		
Rintasyövän sädehoidon TT-simuloinnissa käytettävät ihomarkkerit		
Työn laji	Aika	Sivumäärä
Opinnäytetyö	Kevät 2010	29 + 5 liitettä
TIIVISTELMÄ <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli vertailla erilaisia anatomiaa osoittavia ihomarkkereita rintasyövän sädehoidon TT-simuloinnissa ja tuottaa tietoa siitä, mikä olisi optimaalisin merkitsemistapa. Opinnäytetyö tehtiin yhteistyössä Helsingin Syöpätautien klinikan sädehoito-osaston kanssa. Opinnäytetyöllä pyrittiin kehittämään Helsingin Syöpätautienklinikan sädehoito-osaston toimintatapoja rinnan alueen anatomian merkitsemisessä.</p> <p>Opinnäytetyössä hyödynnettiin kyselyä, jolla selvitettiin Suomen sädehoito-osastoilla käytettäviä merkitsemistapoja. Kysely lähetettiin 11:lle Suomen sädehoito-osastolle viime syksynä ja vastausprosentti oli 64 %. Kyselyssä kartoitettiin erilaisia käytössä olevia ihomarkkereita ja niiden käyttötapoja sekä tyytyväisyyttä ihomarkkereiden ominaisuuksiin. Tuloksia hyödynnettiin ideoitaessa opinnäytetyöhön valittavia ihomarkkereita.</p> <p>Kun tutkittavat ihomarkkerit oli valittu, ne kuvattiin fantomin kanssa tietokonetomografialaitteella. Näin saatiin aikaan kuvaleikkeet, joista annossuunnitteluohjelman avulla vertailtiin niiden fysikaalisia eroja.</p> <p>Tuloksena syntyi tietoa materiaaliakohtaisesti erilaisten ihomarkkereiden aiheuttamasta artefaktasta ja niiden vaikutuksista annosjakaumiin sekä hoidon kokonaisannoksiin. Artefaktan määrä arvioitiin visuaalisesti, kun taas annosjakaumamuutokset ja vaikutukset kokonaisannoksiin selvitettiin annossuunnitteluohjelman avulla.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksia voidaan hyödyntää myös muilla Suomen sädehoito-osastoilla.</p>		
Avainsanat		
ihomarkkeri, simulointi, tietokonetomografia, annossuunnittelu.		

Degree Programme in		Degree
Radiography and radiotherapy		Bachelor of Health Care
Author/Authors		
Veera Hartikainen, Tuire Sotavalta		
Title		
Skin Markers Used in Computer Assisted Radiotherapy Planning for Breast Cancer		
Type of Work	Date	Pages
Final project	Spring 2010	29 + 5 appendices
<p>ABSTRACT</p> <p>The purpose of this study was to compare different skins markers that are used for locating anatomical parts of human body in computer assisted radiotherapy planning for breast cancer. The aim was to produce information about different skin markers and to find out the best alternative for the purpose. This study was made in collaboration with HUCH (Helsinki University Central Hospital) Department of Oncology.</p> <p>In this study we used an enquiry the purpose of which was to find out what different skin marker methods are used in radiotherapy departments in Finland. The enquiry was sent to 11 departments last fall. The response rate was 64 %. The results were used in selecting the skin markers for this study.</p> <p>After selecting the skin markers they were scanned with computed tomography. After scanning, the image slices were used to compare the differences in the skin markers.</p> <p>As a result we got information about the artefact caused by different skin markers, its effect on the distribution of dose and the overall dose. The amount of the artefact was evaluated visually and the effects were calculated with radiotherapy treatment planning program.</p> <p>The results of this study may also be used in other radiotherapy departments in Finland.</p>		
Keywords		
skin marker, computer assisted radiotherapy planning.		

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	POTILAAN HOITOPOLKU SÄDEHOIDON SUUNNITTELUSSA	3
2.1	Erikoislääkärin vastaanotto	3
2.2	Annossuunnittelutietokonetomografia	3
2.3	Annossuunnittelu	5
3	OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS JA TAVOITTEET	5
4	AINEISTO JA MENETELMÄT	6
4.1	Opinnäytetyön aineisto	6
4.2	Opinnäytetyössä käytettävät menetelmät	7
4.3	Eettisyys	7
5	TUTKIMUKSEN ETENEMINEN	8
5.1	Ihomarkkereiden kuvaus tietokonetomografialaitteella	9
5.2	Työskentely annossuunnitteluohjelmalla	13
6	TULOKSET	14
6.1	Visuaalinen arviointi	14
6.2	Arviointi annossuunnitteluohjelmalla	18
6.2.1	Annosjakaumien muutokset	19
6.2.2	MU:n muutokset	23
6.2.3	Asettelutarkkuus	24
7	JOHTOPÄÄTÖKSET	25
8	POHDINTA	26
	LÄHTEET	29
LIITTEET	Käsitteiden määrittelyt Ihomarkkerit Annosjakaumamuutosten mittausuunta esittävä kuva Plan Sum esimerkkikuva Tutkimuslupa	

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena on vertailla erilaisia anatomiaa osoittavia ihomarkkereita rintasyövän sädehoidon TT-simuloinnissa ja vertailla niiden vaikutusta annoslaskentaan. Opinnäytetyöhön valitut ihomarkkerit kuvattiin tietokonetomografialaitteella fantomin kanssa, minkä jälkeen ihomarkkereita tarkasteltiin leikekuvista annossuunnitteluohjelman avulla.

Suomessa ei ole virallista, yhtenäistä sädehoidon sanastoa, joten käsitteiden valinta oli ongelmallista. On olemassa sädehoidon fysiikan sanasto, mutta siitä ei löytynyt sanaa ihomarkkeri. Selvitykseen valittiin ihomarkkeri-termi Helsingin Syöpätautien klinikan sädehoito-osastolla käytetystä ilmaisusta, jonka fyysikot ovat hyväksyneet. Ihomarkkeri-termiä käytetään yleisesti, eikä sille ole käytössä muuta virallista sanaa tai termiä. Sillä tarkoitetaan anatomiaa tai muuta kohdetta osoittavaa merkintävälinettä, joka kuvautuu tietokonetomografialeikkeisiin. Sitä hyödynnetään sädehoidon simuloinnissa. Sen tarkoituksena on helpottaa annossuunnittelua osoittamalla tarkalleen jokin tietty kohta kehossa. Ihomarkkeri-sanassa näkyy suora johtaminen englannista suomen kieleen, jolloin lopputulos kuulostaa puhekieleltä.

Suomen eri sädehoito-osastoilla ei ole yhtenäistettyä merkitsemiskäytäntöä, vaan käytössä on erilaisia tapoja. Tietoa erilaisten ihomarkkereiden eroavaisuuksista, käytettyjen ihomarkkereiden valikoimasta ja käyttötavoista ei ole koottu yhteen. Näin ollen eri sädehoito-osastot eivät ole voineet hyödyntää toistensa tietoja ja saada uusia ideoita merkitätavoista.

Opinnäytetyössä hyödynnetään kyselyä, joka tehtiin 11:lle Suomen sädehoito-osastolle viime syksynä. Kyselyyn vastasi seitsemän osastoa, eli vastausprosentti oli 64 %. Kysely oli osa Säteilyturvallisuus 2- kurssia, ja sen tarkoituksena oli selvittää, mitä erilaisia merkitätapoja Suomessa esiintyy. Kyselyn yhteenveto oli kurssin kehittämistehtävä. Vastaukset analysoitiin kvantitatiivisesti ja kvalitatiivisesti, sillä kyselylomake sisälsi sekä valmiiksi annettuja vastausvaihtoehtoja, että kohtia, joissa pyydettiin vastaamaan vapaamuotoisesti. Kyselystä saatiin merkitäideoita, joita hyödynnettiin valittaessa tutkittavia ihomarkkereita.

Rintasyöpäpotilaan sädehoidon tietokonetomografiasimuloinnissa käytetään ihomarkkereita, jotka osoittavat rinnan anatomian annossuunnittelussa. Anatomisia ihomarkkereita tarvitaan, sillä pelkästään kehon luisten osien käyttäminen ei ole niin tarkkaa. Rintakudos saattaa liikkua ilman että rinnanalueen luiset osat liikkuvat mukana. (Boersma ym. 2009: 106.) Lisäksi ilman ihomarkkereita voi tiettyjen anatomisten osien tulkinta olla vaikeaa annossuunnitteluohjelmalla. Ihomarkkereina käytetään muun muassa erilaisia lyijyhauleja, rautalankaa ja kaupallisia tuotteita. Näiden röntgenpositiivisten ihomarkkereiden avulla saadaan tietokonetomografian kuvaleikkeissä rintarauhasen alareuna, mahdollinen leikkausarpi sekä mamilla osoitettua selkeästi. Tämä on oleellista annossuunnittelun kannalta, sillä PTV (planning target volume, sädehoidon kohdealue) sekä hoidon isosentripiste määritetään näiden tietojen avulla. Hoidon tarkkuuden vuoksi on tärkeää selvittää, miten merkintä voidaan tehdä mahdollisimman tarkasti ja vähän artefaktaa aiheuttaen.

Kun tutkittavat ihomarkkerit oli valittu, ne kuvattiin fantomin pinnalla tietokonetomografialaitteella. Näin saatiin aikaan kuvaleikkeet, joista annossuunnitteluohjelman avulla vertailtiin ihomarkkereiden fysikaalisia eroja. Tarkastelun kohteina oli ihomarkkerin aiheuttama artefakta, sen vaikutukset annosjakaumaan sekä hoidon kokonaisannokseen. Opinnäytetyössä käydään läpi myös yleisesti rintasyöpäpotilaan tietokonetomografiasimulointia, ihomarkkereiden käytön merkitystä, sekä vaikutuksia, joita anatomian merkinnällä on annossuunnitteluun.

Opinnäytetyöllä pyrittiin kehittämään Helsingin Syöpätautienklinikan sädehoito-osaston toimintatapoja rinnan alueen anatomian merkitsemisessä. Tarkoituksena oli saada erilaisia ihomarkkerivaihtoehtoja sekä konkreettista tietoa eri ihomarkkereiden eduista ja haitoista Helsingin Syöpätautien klinikan sädehoito-osaston käyttöön. Tavoitteena oli saada tietoa, mitkä ihomarkkerit olisivat annossuunnittelun kannalta parhaita mahdollisia, jotta sädehoito voitaisiin suunnitella mahdollisimman hyvin.

2 POTILAAN HOITOPOLKU SÄDEHOIDON SUUNNITTELUSSA

2.1 Erikoislääkärin vastaanotto

Kun rinnan sädehoitoon tulee potilas, hän menee ensimmäisenä erikoislääkärin vastaanotolle. Vastaanotolla lääkäri selittää potilaalle tulevien hoitokertojen kulun sekä keskustele mahdollisista sivuvaikutuksista. Ennen sädehoidon alkamista uuden potilaan vastaanoton yhteydessä lääkäri tekee rintasyöpäpotilaalle henkilökohtaisen hoitosuunnitelman. Hän määrittää alustavasti potilaan asennon, jossa hoidot tullaan toteuttamaan sekä asennon ylläpitämiseen tarvittavat fiksointivälineet, esimerkiksi rintatelineen. Asennon oikea valinta parantaa kohdealueen annosjakaumaa ja vähentää terveen kudoksen saamaa säderasitusta, sekä auttaa potilasta pysymään toivotussa asennossa hoitojen aikana. Lääkäri päättää myös annettavan kokonaisannoksen, joka koostuu kerta-annoksista eli fraktioista. Tämän pohjalta tulee fyysikko lopulta tekemään potilaalle annossuunnittelun. (Joensuu – Kouri – Ojala – Tenhunen – Teppo (toim.) 2002: 25.)

2.2 Annossuunnittelutietokonetomografia

Suunnitelman tekeminen alkaa annossuunnittelutietokonetomografiakuvausella, josta saadaan tarvittava informaatio annossuunnitelman tekemiseen. TT-leikkeistä saatu informaatio koostuu anatomisten rakenteiden lisäksi annoslaskennassa tarvittavasta kudostiheydestä (Joensuu (toim.) – Roberts – Teppo – Tenhunen 2006: 159). Ennen kuvausta potilasta ohjataan etsimään asento, jossa hän jaksaa olla sekä kuvauksen ajan että tulevissa hoidoissa. Lähtökohtaisesti asentoa aletaan hakea lääkärin aiemmin määrittelämästä asettelu-suunnitelmasta. Yleensä rintahoidot annetaan potilaalle siten, että hän asettuu selkä rintatelineen päälle, kädet ylhäällä pitäen telineen kahvoista kiinni. Perusasentoa ja fiksaatiovälinettä ei lääkärin määrittämästä suunnitelmasta tarvitse yleensä muuttaa, vaan tavallisesti ainoastaan käsien asentoa helpottamalla, esimerkiksi käyttäen kiilatyynyjä kohotettujen käsien tukena, löydetään sopiva asento. Koska kuvauksessa käytettävä asento toistetaan tarkasti tulevilla sädehoitokerroilla, on toteutuneen asennon tarkka kirjaaminen tärkeää. (Joensuu ym. 2002: 25–27.)

Asettelyn jälkeen ennen kuvausta potilaan iholle merkitään ihomarkkereilla lääkärin määrittelemät anatomiset maamerkit, joihin rinnan sädehoidon suunnittelussa kuuluvat rinnan arpi, mamilla sekä rinnan alaosa ja mahdolliset dreeniaukot. Helsingin Syöpätau-

tien klinikan sädehoito-osastolla merkitään rinnan alareuna muovipäällysteisellä kuparilangalla, joka kulkee siinä kohdassa missä rintakudos loppuu kaudaalisesti. Kuparilangasta leikataan sopivan pituinen pätkä joka teipataan iholle. Samalla kuparilangalla merkitään myös mahdollinen leikkausarpi, mittaamalla arven pituinen pätkä langasta ja teippaamalla se tarkasti kulkemaan arpea pitkin. Mikäli arpi ei ole suora, on lanka taivutettava kulkemaan arven mukaisesti. Mamilla merkitään kaupallisella ihomarkerilla, Beekleyn CT-spotilla, pienellä ”haulilla” joka on kiinnitetty tarran palaan. Se kiinnitetään tarkasti mamillan kärkeen.

Kun asento on löydetty ja ihomarkkerit aseteltu, potilaasta kuvataan koko kohdealue sekä keuhkojen alue, yleensä soliskuopasta rinnan alaosaan muutaman sentin marginaalilla. Potilasta ohjataan pysymään tarkasti paikallaan samassa asennossa niin kauan kunnes hoitopisteet on merkitty iholle. Heti kuvauksen jälkeen röntgenhoitajat lähettävät kuvatut leikkeet annossuunnitteluohjelmaan, jossa ohjelma piirtää BODY-automaatiikalla kuvaleikkeisiin kudosten rajat. Rintakudoksen rajat osoittavat karkeasti tulevan annossuunnittelun kohdealueen eli PTV:n, joka rinnan sädehoidossa on aina koko rinta.

Lääkäri tulee merkitsemään leikkeisiin hoidon isosentripisteen. Lisäksi hän merkkää asettelupisteen isosentrin kanssa samalle tasolle samaan leikkeeseen, sivusuunnassa rintalastan kohdalle. Asettelupisteen tarkoituksena on merkitä kohta, johon laserien tatuointipiste voidaan merkitä siten, että sen paikan voidaan luottaa pysyvän pitkin hoitajaksoa samana. Tämä tehdään siksi, että hoidon aikana rinta voi turvota ja käden hienoinen asennon muutos asettelussa voi haitata rinnan tatuointipisteiden luotettavuutta.

Kun isosentri ja asettelupiste ovat merkitty, niiden mukaiset koordinaatit lähetetään annossuunnittelujärjestelmästä lasereidenhallintaohjelmistolle ja siitä lasereille, joiden mukaan merkitään pienet pisteet iholle. Nämä pisteet tatuoidaan musteella, jotta pisteiden paikat pysyvät muuttumattomina iholla koko hoidon ajan. Itse sädehoidossa potilaan asettelu tapahtuu käyttämällä tatuointipisteitä ja lasereita. Kun annossuunnittelun kannalta oleellinen kuva-alue on kuvattu TT-laitteella ja potilaan iholle on merkitty hoidossa käytettävät asettelupisteet, potilas voidaan päästää lähtemään. Tämän takia TT-simulointi on potilaalle helppo ja nopea. Koko annossuunnittelun tekninen prosessi perustuu tiedon välittymiseen TT-laitteen ja lasereiden välillä sekä työaseman ja annos-

suunnitteluohjelman välillä. (Joensuu ym. 2002: 26, 28–29, 31–33; Buchali ym. 2001: 267; Aird – Conway 2002: 938.)

2.3 Annossuunnittelu

Annossuunnittelussa tehdään kuvattujen leikkeiden, siihen merkittävän PTV:n, PTV:n puoleisen keuhkon ja TT:ssä merkatun isosentripisteen mukaisesti varsinainen annosuunnitelma. Piirrettävä PTV-alue on lopullinen sädehoidon kohdealue, jonka määrityksessä tarvitaan rinnan alareunan osoittavaa merkkausta leikkeissä, jotta PTV rajautuisi tarkalleen oikein. Hoito suunnitellaan siten, että kohdealue saa lääkärin määrittelemän kokonaisannoksen fraktioista mahdollisimman tasaisesti. Samalla ympäröivien terveiden kudosten säderasitus pyritään minimoimaan (Joensuu (toim.) ym. 2006: 159). Rinnan alueella nämä kudokset ovat keuhko sekä vasemman rinnan hoidoissa sydänlihas. Koko PTV:n on aina saatava 95 %–107 % kokonaisannoksesta, aiheuttaen kuitenkin mahdollisimman vähän ”hotspotteja” joissa annos nousee yli 107 %:iin (ICRU Report 50. Prescribing, Recording, and Reporting Photon Beam Therapy. 1993). Yleensä hoidot koostuvat kahdesta tangentiaalisesta pääkentästä forward IMRT tekniikalla (fIMRT, suoraan suunniteltu intensiteettimoduloitu sädehoito).

Pääkenttien lisänä annetaan kaksi tai neljä tangentiaalisten kenttien suuntaista täydennyskenttää, jolloin saadaan annosjakauma mahdollisimman tasaiseksi. Kentät piirretään suhteessa isosentripisteeseen, joka asetetaan mamillatasolle mahdollisimman tasan keskelle rintaa. Siksi myös mamillan merkkaaminen ihomarkkerilla on tärkeää. Lisäksi tahdotaan tietää leikkausarven sijainti, jotta voidaan pitää huoli että se on kokonaisuudessaan mukana hoitokentässä. (Joensuu ym. 2002: 29–30.)

3 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS JA TAVOITTEET

Opinnäytetyön tarve on ilmeinen: Suomessa ei ole aiemmin koottu yhteen tietoa erilaisista merkitsemiskäytännöistä, eikä merkintätapoja tai materiaalivalintoja ole yhteisesti ideoitu. Sädehoitopaikat ovat itsenäisesti ideoineet erilaisia tapoja, eikä tutkittua tietoa optimaalisimmasta merkintätavasta ole. Suurimpana ongelmana on ilmennyt ihomarkkereiden aiheuttama artefakta, joka vaikuttaa annossuunnittelussa annosjakaumaan ja TT-leikkeiden kuvanlaatuun. Siksi on tärkeää, että eri materiaaleja päästiin vertaile-

maan, jotta sädehoidon annossuunnitelmat voitaisiin jatkossa tehdä mahdollisimman tarkasti.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää erilaiset käyttökelpoiset anatomiaa osoittavat merkintävaihtoehdot ja tuottaa konkreettista tietoa eri ihomarkkereiden eduista ja haitoista. Tärkeimpänä asiana tahdottiin varmistaa, että käytettävät ihomarkkerit olisivat annossuunnittelun kannalta parhaita mahdollisia, jotta sädehoidon suunnittelu voidaan toteuttaa mahdollisimman hyvin.

Opinnäytetyössä nousi esiin kolme tutkimuskysymystä, jotka kuvaavat selvityskohteita.

1. Kuinka paljon eri ihomarkkerit vaikuttavat kuvanlaatuun ja kuinka tarkasti ne kuvautuvat kuvaleikkeisiin?
2. Mitä vaikutuksia ihomarkkereilla on hoidon kokonaisannokseen?
3. Miten ihomarkkerit vaikuttavat hoidon annosjakaumaan?

4 AINEISTO JA MENETELMÄT

4.1 Opinnäytetyön aineisto

Opinnäytetyön aineistoa kerätessä ei käytetty systemaattista kirjallisuuskatsausta, vaan aineisto kerättiin perinteisellä tiedonhaualla.

Opinnäytetyöhön etsittiin aikaisempia kotimaisia tutkimuksia liittyen ihomarkkereihin, mutta niitä ei löytynyt. Joitakin lähteitä TT-simuloinnista löytyi, mutta niissä ihomarkkerit vain mainitaan. Sekä kotimaiset että ulkomaiset lähteet etsittiin sosiaali- ja terveysalan sekä lääketieteen tietokannoista. Tietokantoina oli käytössä muun muassa Medic, Pubmed sekä ScienceDirect. Suositukset tietokantojen valintaan sekä hakuohjeet saimme Metropolian informaatikolta. Löysimme tietokantojen avulla muutamia hyödyllisiä artikkeleita alan lehdistä, The British Journal of Radiology numerossa 75 ilmestynyt artikkeli CT simulation for radiotherapy treatment planning käsittelee perinteisen- ja TT-simuloinnin eroja sekä TT-simulointia yleisesti, Radiotherapy and oncology numerossa 90 ilmestynyt tutkimuslyhennelmä Use of skin markers and electronic portal imaging to improve verification of tangential breast irradiation, jossa on vertailtu rintasyö-

vän TT-simulointia ilman ihomarkkereita sekä niiden kanssa sekä Radiotherapy and Oncology numerossa 59 ilmestynyt tutkimuslyhennelmä Virtualsimulation in patients with breast cancer, jossa vertaillaan tavanomaista simulointia ja TT-simulointia.

Opinnäytetyön aineisto koostuu pääosin ihomarkkerikyselystä ja sen yhteenvedosta, Helsingin Syöpätautien klinikan fyysikoiden suullisista tiedonannoista sekä ihomarkkereiden testauksesta.

4.2 Opinnäytetyössä käytettävät menetelmät

Opinnäytetyö on projektityyppinen kehittämistyö, joka hyödyntää toimintatutkimuksen periaatteita. Projektityön mukaisesti opinnäytetyö koostuu osittain yksittäisistä osaprojekteista. (Airaksinen – Vilkkä 2003: 47–48.) Toimintatutkimukselle ei ole olemassa mitään teoreettista, yksiselitteistä ja kaikkien hyväksymää määritelmää. Se ei ole varsinainen tutkimusmenetelmä, vaan pikemminkin tutkimusstrateginen lähestymistapa, jossa voidaan hyödyntää välineinä erilaisia tutkimusmenetelmiä. Käytetyt tutkimusmenetelmät voivat vaihdella. Toimintatutkimuksen tunnuspiirteisiin kuuluu kuitenkin yleensä tiettyjä ominaisuuksia, joista tämä lähestymistapa voidaan tunnistaa. Tässä opinnäytetyössä ilmenevät niistä seuraavat tunnuspiirteet:

1. Opinnäytetyössä pyritään tuottamaan toiminnasta uusia teorioita ja tietoa, joiden pätevyyttä ei niinkään voida teoreettisesti todentaa, vaan niitä arvioidaan kokeilemalla käytännössä ja keskustelemalla.
2. Opinnäytetyössä pyrkimyksenä on kehittää vaihtoehtoja ongelmien ratkaisemiseksi ja tavoitteiden saavuttamiseksi.

(Aaltola – Valli (toim.) 2001: 170, 183.)

4.3 Eettisyys

Opinnäytetyölle haettiin Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin tutkimuslupa. Tutkimuslupaan tarvittiin valmis tutkimussuunnitelma. Tutkimuslupa saatiin 2.2.2010. Opinnäytetyössä ei tarvittu eettisen toimikunnan lausuntoa, sillä siinä ei käytetty potilastietoja ja kuvauksessa käytettiin fantomia. Opinnäytetyössä eettisyyttä pohdittiin vain luotettavuuden kannalta. Luotettavuuden tuli näkyä fantomikuvauksen leikkeiden tarkastelussa. Tarkastelussa tuli olla kriittinen ja kirjata tulokset luotettavasti.

5 TUTKIMUKSEN ETENEMINEN

Idea aiheesta on lähtöisin Helsingin Syöpätautien klinikan sädehoito-osaston ylifyysikko Mikko Tenhuselta. Tenhusen mukaan nykyiset ihomarkkerit aiheuttavat jonkin verran haittaa annossuunnittelussa, muun muassa sirontaa. Aiheesta ei ole aikaisempia tutkimuksia, jonka vuoksi aiheesta haluttiin tehdä selvitys.

Suunnitelmavaihe kesti syyskuusta 2009 joulukuun alkuun 2009. Joulukuussa opettajat hyväksyivät suunnitelman. Suunnitelman hyväksymisvaiheessa opinnäytetyöllä oli jo selkeä suunta ja prosessi oli lähtenyt hyvin liikkeelle.

Syyskuussa 2009 tapasimme ylifyysikko Mikko Tenhusen. Tapaamisessa kävimme läpi opinnäytetyön tavoitteita ja alustavaa aikataulua sekä käytännön toteutusta. Tapaaminen selvensi koko opinnäytetyön ideaa.

Lokakuussa 2009 kävimme Helsingin Syöpätautien klinikalla sädehoito-osastolla tapaamassa silloista osastonhoitajaa ja apulaisosastonhoitajaa. Kysyimme tutkimuslupa-asioista sekä selvitimme heille opinnäytetyömme sisällön, tavoitteet ja tarkoituksen. Kysyimme myös ohjaajaa sädehoito-osastolta. Ohjaajaksi nimettiin fyysikko Tiina Sepälä, jonka vastuualueeseen kuuluu TT-simulointi.

Lokakuussa 2009 tapasimme koulun informaattikon, jonka avulla etsimme lähteitä opinnäytetyöhön. Saimme opastusta eri tietokannoista sekä oikeanlaisista hakutavoista. Lähteiden etsiminen osoittautui hankalaksi. Konsultoimme myös Mikko Tenhusta sekä opettajia lähteiden etsimisessä. Päädyimme käyttämään muutamaa artikkelia, sädehoidosta käsitteleviä kirjoja sekä suullisia tiedonantoja sädehoito-osaston fyysikoilta.

Joulukuussa 2009 saimme valmiiksi Säteilyturvallisuus 2 -kurssin kehitystyön, jonka tarkoituksena oli selvittää mitä erilaisia ihomarkkereita Suomen muut sädehoito-osastot käyttävät. Selvitys tehtiin sähköisessä kyselymuodossa. Kyselyistä saatiin ideoita opinnäytetyöhön valittaviin ihomarkkereihin. Lisäksi pyrkimyksenä oli selvittää mitä ihomarkkereita olisi mahdollista itse tehdä Helsingin Syöpätautien klinikan sädehoito-

osaston työpajalla, siellä jo valmiiksi olevista materiaaleista. Opinnäytetyöhön valittiin lopulta kyselyn ja oman ideoinnin pohjalta 24 ihomarkkeria (taulukko 1, liite 2).

TAULUKKO 1. Opinnäytetyöhön valitut ihomarkkerit.

Haulit:

Halkaisija:	Materiaalit:
2,0mm	muovi, lasi, lyijyhauti
2,5mm	muovi, lasi, pvc-muovi
3,0mm	muovi, lasi, silikonit
3,5mm	muovi, lasi
4,0mm	muovi, lasi, pvc-muovi, lyijyhauti, Beekley ct-spot
4,5mm	muovi, lasi
5,0mm	muovi, lasi, Laxoberon-kapseli

(Laxoberon 2,5mg -kapseli, käytetään Helsingin Syöpätautien klinikalla BNCT-hoitojen simuloinnissa)

Langat:

kuparilanka	15cm ø0,6mm
silikoniletku	15cm ø3mm, sisäosa ø1mm
lyijylanka	15cm ø1mm

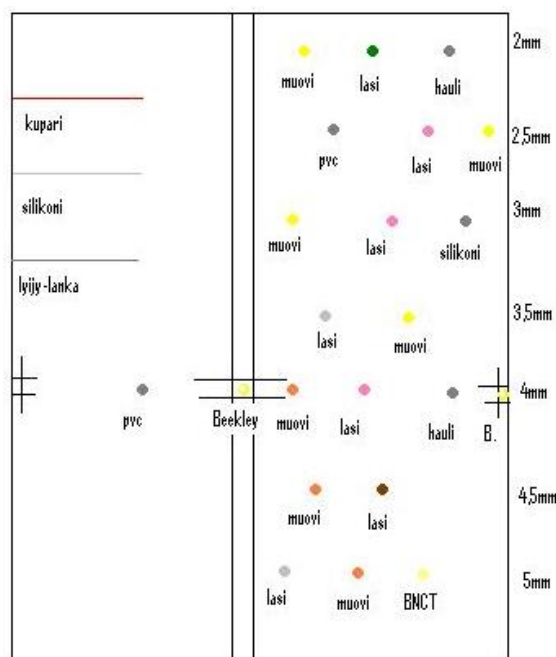
Tammikuussa 2010 tapasimme sädehoito-osastolla ohjaajanamme toimivan fyysikko Tiina Seppälän sekä ylifyysikko Mikko Tenhusen. Tapaamisessa tarkennettiin opinnäytetyön tavoitteita, aikataulua ja prosessia sekä tutkittavien ihomarkkereiden listaa. Tammikuussa 2010 haimme HUS:lta opinnäytetyötä varten tutkimuslupaa. Tutkimuslupa saatiin 2.2.2010.

5.1 Ihomarkkereiden kuvaus tietokonetomografialaitteella

Kuvasimme ihomarkkerit thorax-fantomilla (CIRS tissue simulation technology) Helsingin Syöpätautien klinikan sädehoito-osastolla tietokonetomografialaitteella, joka on 4-rivinen GE LightSpeedT RT. Kuvaustilanteessa oli mukana fyysikko Tiina Seppälä, joka toimi konsulttina. Päätökset kuvattavista leikepakoista sekä ihomarkkereiden asetelutavoista fantomiin tehtiin yhteistyössä hänen kanssaan.

Ihomarkkerit aseteltiin fantomin pinnalle teipeillä. Kuvasimme seitsemän erilaista sarjaa muuttaen ihomarkkereiden paikkoja fantomilla. Jokaisessa sarjassa oli monta eri leikepakkaa. Käytimme kuvauksissa lähtökohtana Helsingin Syöpätautien klinikan sädehoito-osastolla käytössä olevaa rinnankuvausohjelmaa, jossa kV (kilovoltti) on 120 ja mA

(milliampeeri) määräytyy scout-kuvien perusteella kohteen paksuuden ja tiheyden mukaan, siksi mA-arvot vaihtelevat jokaisessa kuvasarjassa. Leikepaksuus ohjelmassa on 2,5 mm ja kuvaussuunta päästä varpaisiin. Tähän ohjelmaan viitataan käytettäessä termiä referenssiprotokolla. Lisäksi joissakin sarjoissa referenssiprotokollaan tehtiin kuvausparametri muutoksia, esimerkiksi muutimme sarjoissa leikepaksuutta, mA:ta ja kV:ta. Tällöin näimme mahdolliset kuvausparametrien aiheuttamat muutokset ihomarkkereiden näkyvyydessä. TT-laitteen mA rajat ovat 10-440 mA, ja mA:ta voidaan lisätä aina 5 mA:lla. Muuttamalla mA-arvoa myös NI (noise index on määre, joka kuvaa kohinan määrää kuvaleikkeissä) muuttuu, esimerkiksi mA:ta laskiessa NI kasvaa. Kuvaammekin



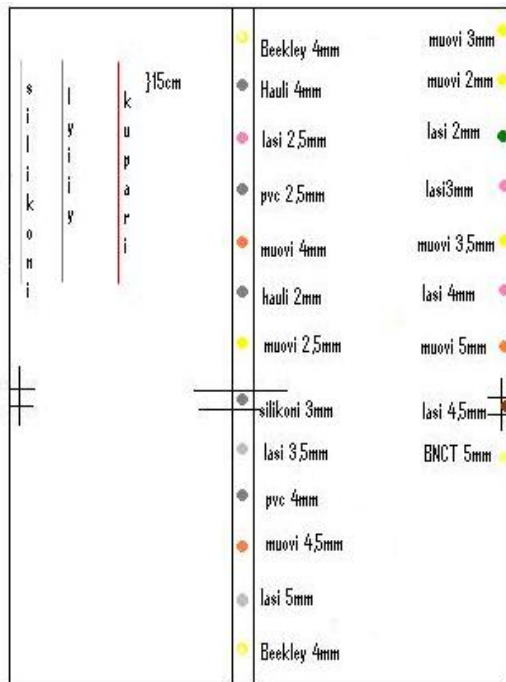
KUVIO 1. Ihomarkkerit fantomissa ensimmäisessä ja toisessa kuvaussarjassa.

tekstissä mA-muutoksia NI:n avulla. Eri sarjojen avulla pystyimme vertailemaan annosjakaumamuutoksia ja aiheutuneen artefaktin määrää, laskemaan miten ihomarkkerit vaikuttavat hoidon kokonaisannoksiin sekä laskemaan ihomarkkereiden todellisten ja kuvissa näkyvien paikkojen mahdollisen eron.

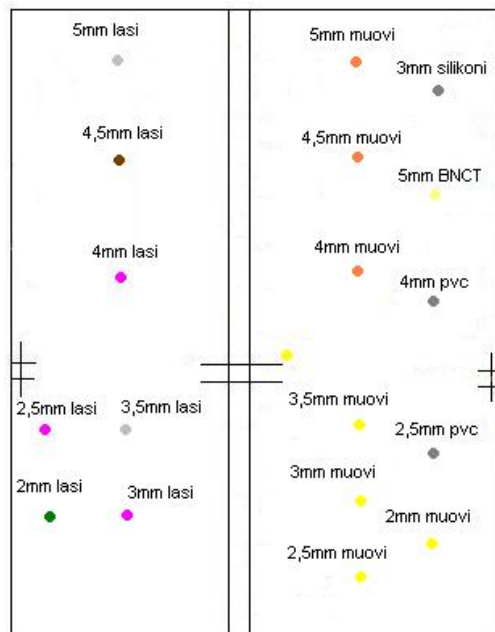
Ensimmäisen kuvasarjan ensimmäinen pakka kuvattiin referenssiprotokollalla. Toinen leikepakka kuvattiin samalla ohjelmalla mutta 5,0 mm:n leikkeillä (normaalissa ohjelmassa on 2,5 mm:n leikkeet). Ihomarkkerit olivat fantomin pinnalla koko järjestyksessä (kuvio 1).

Ensimmäinen sarja oli niin sanottu koekuvauks, jossa oli mukana kaikki valitut ihomarkkerit.

Toista sarjaa varten otettiin uusi scout-sarja, johon rajattiin kuvattava alue paremmin. Ihomarkkerit olivat kuitenkin samalla tavalla aseteltuina fantomin pinnalle kuin ensimmäisessä sarjassa. Toisen sarjan ensimmäinen pakka kuvattiin referenssiprotokollalla (NI 21,21), toinen pakka kuvattiin 5,0 mm:n leikkeillä (NI 15,00), kolmas pakka kuvattiin 5,0 mm:n leikkeillä ja muutetulla mA:lla (NI 20,78), neljäs pakka kuvattiin 2,5 mm:n leikkeillä ja mA:n muutoksella (NI 27,00). Viides pakka kuvattiin 2,5 mm:n leikkeillä ja muutetulla mA:lla (NI 32,79). Tämän sarjan avulla saimme tietoa mA:n muu-



KUVIO 2. Ihomarkkerit fantomissa kolmannessa kuvaussarjassa.



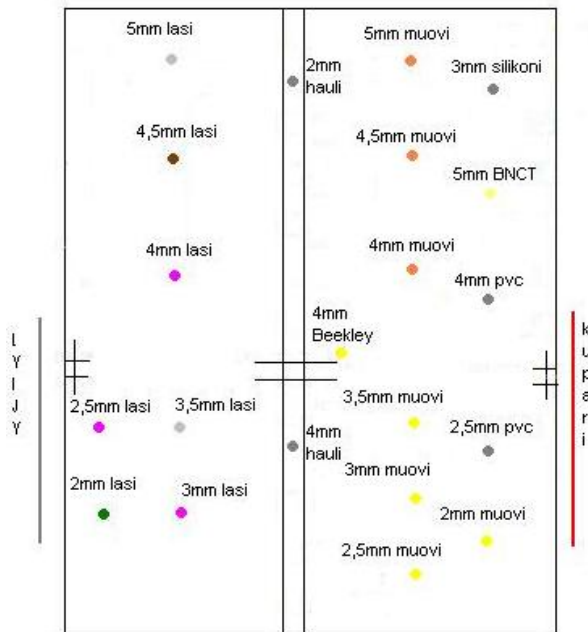
KUVIO 3. Ihomarkkerit fantomissa neljännessä kuvaussarjassa.

toksien vaikutuksesta ihomarkkereiden näkyvyyteen. Etukäteen oli jo tiedossa, että mA:n muutoksella on vaikutus potilasannoksiin sekä kuvanlaatuun. Kuvalikkeistä arvioitiin voitaisiinko potilasannosta pienentää annossuunnittelussa mA:ta laskemalla siten, että ihomarkkerit kuvautuvat riittävän tarkasti.

Kolmanteen kuvaussarjaan ihomarkkerit laitettiin riveihin fantomin pinnalle keskelle fantomia sekä vasemmalla sivulla 2,0 cm:n välein ja langat laitettiin oikealle (kuvio 2). Tämän sarjan leikkeistä mi-

tattiin annossuunnitteluohjelman mittatyökalulla ihomarkkereiden väliset etäisyydet ja arvioitiin ihomarkkereiden asetelutarkkuutta. Kuvasimme pakan referenssiprotokollalla (NI 21,21).

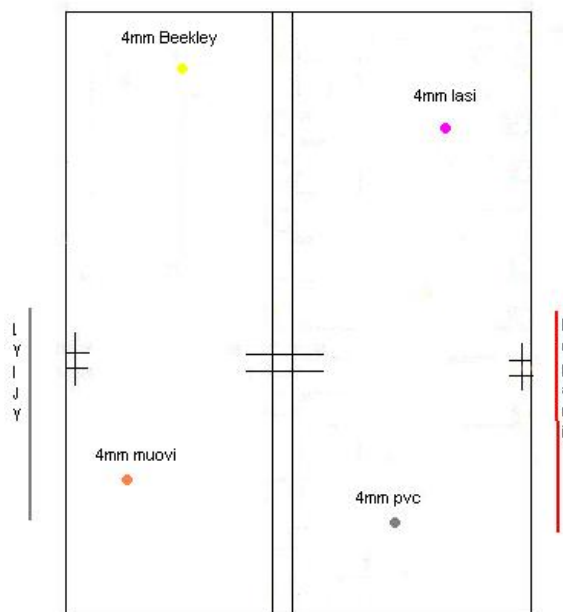
Neljänteen kuvaussarjaan ihomarkkerit laitettiin neljään eri riviin ja Beekleyn ihomarkkeri keskelle. Lasihelmet ja muovihelmet olivat eripuolilla fantomia. Sarja kuvattiin ilman lyijyhauleja ja ihomarkkeri lankoja (kuvio 3). Ensimmäinen pakka kuvattiin referenssiprotokollalla (NI 21,21), toinen pakka kuvattiin 5,0 mm:n leikkeillä (NI 15.00) ja kolmas pakka kuvattiin 2,5 mm:n leikkeillä ja mA:n muutoksella (NI 27.00). Neljäspakka kuvattiin 2,5 mm:n leikkeillä ja muutetulla mA:lla (NI 32,79), viides pakka 2,5 mm:n leikkeillä ja kV:n muutoksella (kV



KUVIO 4. Ihomarkkerit fantomissa neljännessä kuvaussarjassa.

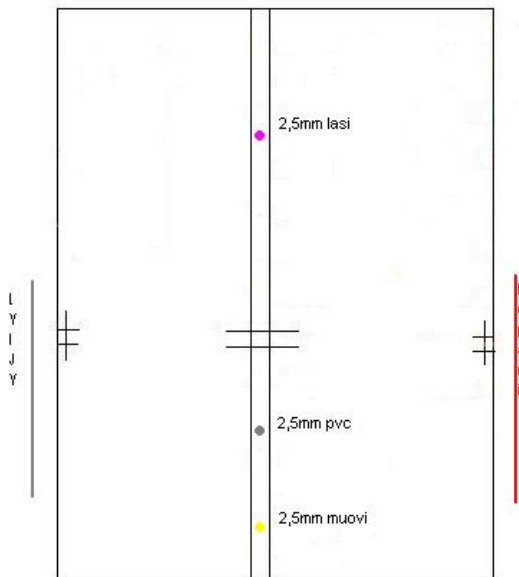
120 ->100, NI 21,21) ja kuudes pakka kuvattiin 2,5 mm:n leikkeillä ja kV:n muutoksella (kV 120 -> 140, NI 21,21). Tällä kuvaussarjalla laskettiin annosjakaumaa ja sen muutoksia.

Viidenteen sarjaan ihomarkkerit laitettiin samalla tavalla kuin neljännessä sarjassa mutta lyijyhaudit ja lankamarkkerit lisättiin takaisin fantomin pinnalle (kuvio 4). Lyijyhaudit laitettiin fantomin keskiviivalle erilleen ja lyijy- ja kuparilanka laitettiin fantomin sivuille, eri puolille (kuparilanka vasemmalla ja lyijylanka oikealla). Ensimmäinen pakka kuvattiin referenssiprotokollalla (NI 21,21) ja toinen pakka kuvattiin 5,0 mm leikkeillä (NI 15,00). Kolmas pakka kuvattiin 2,5 mm:n leikkeillä ja mA:n muutoksella (NI 27,00) ja neljäs pakka kuvattiin 2,5 mm:n leikkeillä ja muutetulla mA:lla (NI 32,79). Viides pakka 2,5 mm:n leikkeillä ja kV:n muutoksella (kV 120 ->100, NI 21,21) ja kuudes pakka kuvattiin 2,5 mm:n leikkeillä ja kV:n muutoksella (kV 120 -> 140, NI 21,21).



KUVIO 5. Ihomarkkerit fantomissa kuudennessa kuvaussarjassa.

Kuudennessa kuvaussarjassa mukana oli vain 4,0 mm:n ihomarkkerit (Beekleyn ct-spot, lasihelmi, muovihelmi ja pvc-sylinteri) sekä kupari- ja lyijylangat. Ihomarkkerit olivat kiinnitetty fantomin sivuille, kuparilanka vasemmalle puolelle ja lyijylanka oikealle puolelle fantomia (kuvio 5). Tämä kuvaussarja kuvattiin jälkeensä siksi että 4,0 mm:n ihomarkkereista voitiin tehdä tarkempi analyysi. Kuvaus suoritettiin käyttämällä referenssiprotokollaa.



KUVIO 6. Ihomarkkerit fantomissa seitsemännessä kuvaussarjassa.

Seitsemännessä kuvaussarjassa fantomiin oli kiinnitetty 2,5 mm:n ihomarkkerit (lasihelmi, muovihelmi ja pvc-sylinteri) sekä kupari- ja lyijylanka. Ihomarkkerit olivat fantomin keski-viivalla erillään toisistaan ja langat olivat fantomin sivuilla kumpikin eripuolella fantomia, kuparilanka vasemmalla ja lyijylanka oikealla (kuvio 6). Ensimmäinen pakka kuvattiin referenssiprotokollalla. Toinen pakka kuvattiin samalla ohjelmalla mutta pelkkien lankojen kanssa ja kolmas pakka kuvattiin ilman mitään ihomarkkereita ja referenssiprotokollalla.

5.2 Työskentely annossuunnitteluohjelmalla

Käytimme tulosten saamiseen annossuunnitteluohjelmaa. Annossuunnitteluohjelman käyttöä varten fyysikko Tiina Seppälä opetti perusasiat ohjelmasta ja oli taustavoimana analysoinneissa. Annossuunnitteluohjelmalla käytimme Helsingin Syöpätautien klinikan sädehoito-osastolla käytettävää ohjelmaa, Eclipse versio 8.6.15.

Aloitimme tutkimalla ihomarkkereita visuaalisesti. Visuaalisessa arvioissa kävimme kaikki kuvatut sarjat läpi ja vertasimme ihomarkkereita keskenään. Kuvaleikkeistä katsottiin eri ihomarkkereiden kuvautumisen selkeyttä ja tarkkarajaisuutta, sekä arvioitiin niiden aiheuttaman artefaktin määrää.

Visuaalisen analysoinnin jälkeen valitsimme 2,5 mm:n ja 4,0 mm:n ihomarkkerit lähempää tarkastelua varten. Laxoberon kapseli otettiin mukaan fyysikko Tiina Seppälän toiveesta. Kapselia käytetään boorineutronisädehoidon (BNCT) suunnittelussa. Valituista ihomarkkereista kuvasimme TT:llä vielä kaksi kuvasarjaa (kuudes ja seitsemäs kuvasarja). Näihin sarjoihin teimme jokaiselle ihomarkkerille kaksi hoitokenttää, toinen ihomarkkerin kanssa ja toinen ilman ihomarkkeria. Kaikissa hoitokentissä oli samat muutujat, jotta ne olisivat vertailukelpoisia. Isosentri laitettiin 2,0 cm:n syvyyteen fantomin pinnasta. Hoitokenttien SSD (source-skin distance) oli 98,0 cm. Gantrykulma oli nolla

astetta ja hoitokenttä 10,0 cm * 10,0 cm. Hoitokentän kokonaisannokseksi (suunnitelmassa oli vain yksi fraktio) laitettiin 100 Gy.

Näistä kahdesta eri suunnitelmasta laskettiin annosjakaumien erotus ja saatiin annosjakaumien vertailut ihomarkkerikohtaisesti. Annoserotuksen avulla saatiin annosjakaumien erot näkyviin. Teimme saaduista tuloksista erilaisia taulukoita, joista pystyimme erittelemään tuloksia.

Lisäksi analysoimme annossuunnitteluohjelmalla ihomarkkerien asettelutarkkuutta hyödyntämällä ohjelmassa olevaa mittatyökalua. Fantomin päälle laitettiin teipin avulla mitta, jonka avulla ihomarkkerit aseteltiin 2,0 cm:n välein. Mittatyökalulla laskimme ihomarkkereiden väliset etäisyydet kuvaleikkeistä.

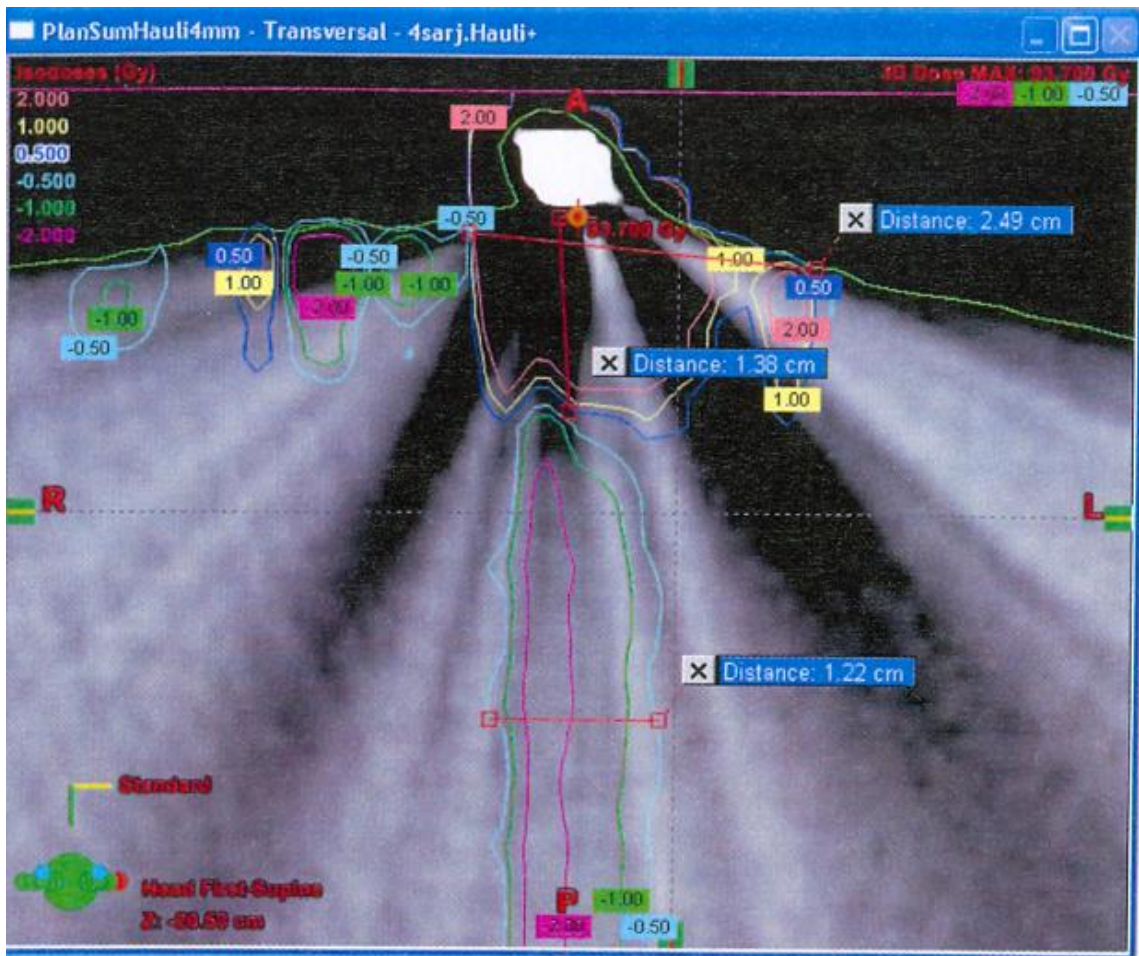
6 TULOKSET

Helsingin Syöpätautien klinikan sädehoito-osastolla käytetyssä rintasyövän sädehoidon TT-simuloinnissa on lähes aina sama kuvausprotokolla, jossa kV (kilovoltti) on 120 ja mA (milliampeeri) määräytyy scout-kuvien perusteella kohteen paksuuden ja tiheyden mukaan. Leikepaksuus ohjelmassa on 2,5 mm ja kuvaussuunta päästä varpasiin. Kuvausparametreja muutetaan vain harvoin ja suunniteltavat hoidot ovat kuratiivisia. Palliatiivisten hoitojen simulointi taas tehdään 5,0 mm:n leikepaksuudella, mutta käytännössä näitä palliatiivisia hoitoja ei rinnan alueelle anneta. Opinnäytetyötä varten kuvattiin ihomarkkerit kuitenkin myös 5,0 mm:n leikkeillä, koska haluttiin nähdä miten hyvin eri ihomarkkerit sillä leikepaksuudella kuvautuisivat. Leikepakkoja kuvattiin lisäksi useita erilaisia siten, että niissä vaihdeltiin kuvausparametreja, ihomarkkerien valikointia sekä sijoittelua. Kaikki ihomarkkerit kuvattiin kuitenkin ainakin kertaalleen rinnan simuloinnin kuvausohjelmalla.

6.1 Visuaalinen arviointi

Ensimmäisenä suoritettiin visuaalinen arviointi, jossa katsottiin kuinka hyvin ja tarkkarajaisesti ihomarkkerit olivat kuvautuneet, sekä kuinka paljon ne silmämääräisesti arvioituna aiheuttivat artefaktia kuvaleikkeisiin.

Tavallisella rinnankuvausohjelmalla kuvattuna kaikki ihomarkkerit silikonisia ihomarkkereita lukuun ottamatta kuvautuivat siten, että ne olivat silmin nähtävissä. Kun kaikki kuvatut leikesarjat oli arvioitu, ja niistä huomattu että kaikki muut ihomarkkerit kuvau-



KUVIO 7. 4 mm lyijyhauli.

tuivat, päätettiin analyysissä keskittyä 4,0 mm:n sekä 2,5 mm:n kokosiin ihomarkkereihin sekä Laxoberon kapseliin. Syy tähän oli siinä, että niissä kokoluokissa oli eniten mielekkäitä tarkastelun kohteita. 4,0 mm:n kokoluokkaan kuului Helsingin Syöpätautien klinikalla käytetty kaupallinen ihomarkkeri, Beekleyn CT-spot. Lisäksi samaa kokoa olevia ihomarkkereita olivat myös lyijyhauli, lasi- ja muovihelmet, sekä pvc-muovista Helsingin Syöpätautien klinikan työpajalla tehty sylinteri. 2,5 mm:n kokoluokassa löytyivät pajalla tehty pvc-sylinteri sekä lasi- ja muovihelmet. Nämä kokoluokat valittiin myös siksi, että ne olivat ihomarkkereiden kokoluokkien vastakkaisissa päissä (ihomarkkerien koot vaihtelivat välillä 5,0 mm - 2,0 mm), jolloin olisi helppoa verrata eroavaisuuksia myös koon puolesta. Helsingin Syöpätautien klinikalta annettiin ihomarkkereiden koosta toive, etteivät ne ylittäisi ehdottomana ylärajana 5,0 mm:n halkaisijaa. Pyrkimyksenä oli välttää koon puolesta suurinta luokkaa, joten 4,0 mm:n ihomarkkereiden hyvä valikoima ratkaisi sen, että ne valittiin suuremmaksi vertailuun va-

littavaksi ryhmäksi. Koska 2,5 mm:n ihomarkkerit taas olivat pienin kokoluokka jossa kaikki siihen kuuluvat ihomarkkerit näkyivät todella hyvin, valitsimme ne taas pienemmäksi vertailukohdaksi.

Lyijyhaulit (halkaisijat 2,0 mm ja 4,0 mm) aiheuttivat ylivoimaisesti eniten artefaktaa. Ne leikkeet joihin lyijyhaulit kuvautuivat, olivat huomattavan heikkolaatuisia ja vääristyneitä, eivätkä esimerkiksi fantomin ääriviivat olleet kunnolla nähtävissä (kuvio 7). Lyijyhaulit itsessään kuvautuivat liian voimakkaasti, aiheuttaen kuvautuneeseen lyijyhauliin epätasaisuutta sekä epäselvät ja vääristyneet rajat. Kuvaleikkeissä näkyvä lyijyhauli oli itsessään jo artefaktainen.

Laxoberon kapseli (5,0 mm) näkyi kuvaleikkeissä heikosti, mutta kuitenkin silmillä erottuen. Se kuvautui himmeänä siten, että lähinnä sen keskiosa näkyi vaaleana ja haaleni reunoja kohden. Kapselin ääriviivoja ei pystynyt erottamaan. Kapseli saatiin paremmin näkyviksi kun leikkeen ikkunointia muutettiin, mutta silloinkin se kuvautui vain hennosti eivätkä sen ääriviivat olleet täysin tarkat. Artefaktaa kapseli ei kuitenkaan aiheuttanut silmämääräisesti lainkaan.

Lasihelmet (2,5 mm ja 4,0 mm) kuvautuivat erittäin hyvin, tarkkarajaisemmin kuin esimerkiksi muovihelmet, mutta lasihelmistä tuli jonkin verran näkyvää artefaktaa. Lasihelmet eivät kuvautuneet täysin tasaisesti kuvaleikkeisiin, vaan ihomarkkereissa oli nähtävissä värieroja. Kuvautuminen oli voimakasta, joka näkyi artefaktana.

Muovihelmet (2,5 mm ja 4,0 mm) kuvautuivat lähes yhtä voimakkaasti kuin lasihelmet. Muovihelmet kuvautuivat tasaisemmin, mutta ääriviivat eivät olleet yhtä tarkat kuin lasihelmissä. Artefaktaa ei aiheutunut paljon, sen määrä oli pienempi kuin lasihelmen kohdalla.

Beekleyn CT-spots (4,0 mm) ihomarkkeri kuvautui hyvin kuvaleikkeisiin. Kuvautuminen oli voimakasta ja ääriviivat olivat tarkat. Siitä tuli lyijyhaulien jälkeen eniten artefaktaa, selkeästi enemmän kuin esimerkiksi lasihelmistä.

Pvc-sylinteri kuvautui samankaltaisesti kuin muovi mutta astetta heikommin. Artefaktaa ei juurikaan aiheutunut. Pvc-sylinterit eivät kuvautuneet kummassakaan kokoluokassa tarkkarajaisesti ja etenkin pienempi pvc-sylinteri (2,5 mm) kuvautui heikosti.

Ideaali ihomarkkeri olisi visuaalisesti tarkasteltuna sellainen, joka kuvautuisi selkeästi, tasaisesti ja tarkkarajaisesti sekä aiheuttaisi mahdollisimman vähän artefaktia. Ihomarkkerin kuvautumisen tarkkuus ja selkeys helpottaa annossuunnitelman tekoa. Artefakta taas vaikeuttaa kohdealueen ääriviivojen piirtämistä kuvaleikkeisiin ja sitä kautta haittaa annossuunnittelua. Jos artefaktia on kuvaleikkeissä liikaa eikä kohdealuetta pystytä piirtämään riittävän tarkasti leikekuviin, ei kyseisellä kuvapakalla tee mitään. Tämä johtaa kuvauksen uusimiseen. (Mikko Tenhunen, suullinen tiedonanto)

5,0 mm:n kuvaleikkeissä 4,0 mm:n ja sitä pienempien ihomarkkereiden näkyminen oli sattumanvaraista, johtuen mahdollisesti siitä missä kohdissa ne ovat sijainneet leikkeisiin nähden. Lasihelmet kuvautuivat kaikista ihomarkkereista tarkimmin, mutta tuloksen luotettavuudesta ei voida olla varmoja. Koska kaikki ihomarkkerit eivät kuvautuneet ollenkaan, voidaan päätellä että tämä lopputulos on pikemminkin sattumaa. Tulokseen todennäköisesti vaikutti asettelu ja siten se miten ihomarkkerit osuivat leikkeisiin.

Ihomarkkereita kuvattiin lisäksi niin sanottuun referenssiprotokollaan tehdyllä NI muutoksella (NI 21,21 -> NI 32,79). Tämän tarkoituksena oli nähdä kuinka ihomarkkerit kuvautuisivat huonommalla kuvanlaadulla. Tällaisista kuvaleikkeistä olisi mahdollista spekuloida ihomarkkerien hyödyllisyyttä simuloinnissa, jossa pyritään pienentämään potilasannosta mA:n muutoksella. Visuaalisesti tarkasteltuna isommat ($> 3,0$ mm) ihomarkkerit kuvautuivat leikkeissä hyvin, mutta niiden aiheuttamat artefaktat olivat lisääntyneet. Ihomarkkereiden näkyvyys huonontui 3,0 mm:n ja sitä pienemmissä ihomarkkereissa. 3,0 mm:n silikonimarkkeri sekä 2,0 mm:n lasihelmi eivät näkyneet lainkaan ja Laxoberon kapseli näkyi erittäin heikosti. Ikkunointia käytettäessä kaikki ihomarkkerit saatiin näkyviin.

2,5 mm:n leikkeillä ja niin sanottuun normaaliin rinnanalueen kuvausohjelmaan tehdyillä kV muutoksilla (kV120 -> kV100, kV120 -> kV 140) ihomarkkereilla oli sama näkyvyys kuin 120 kV:lla, mutta 2,0 mm:n lasihelmi ja silikonimarkkeri eivät näkyneet.

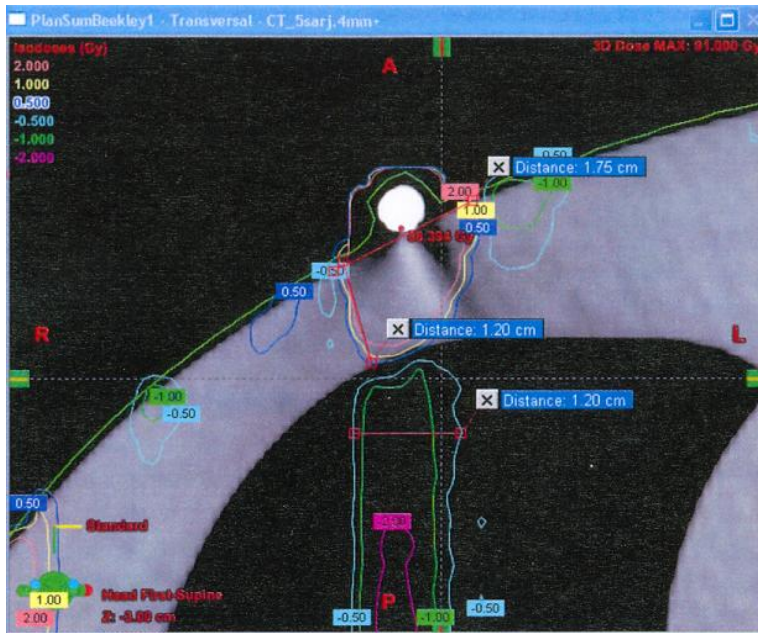
Lyijylanka (halkaisija 1,0 mm) kuvautui kaikissa sarjoissa, mutta siitä tuli kuitenkin erittäin paljon artefaktia. Erityisesti 5,0 mm:n leikkeissä ja mA-muutoksilla kuvatuissa leikkeissä oli suuret artefaktat. Kuparilanka (päällystetty muovilla, halkaisija 0,6 mm) taas kuvautui kaikissa sarjoissa ja sen artefaktat olivat selvästi pienemmät kuin lyijylan-

gan. Kuparilangan laatu oli tasaisempi ja se kuvautui tarkemmin, eikä sotkenut BODY-tilavuuden ääriviivoja. Silikoniletku (3,0 mm halkaisija, putken sisämitoissa halkaisija 1,0 mm) ei kuvautunut missään kuvapakassa. Tästä voidaan päätellä että Helsingin Syöpätautien klinikan sädehoito-osastolla käytössä oleva kuparilanka on hyvä valinta käyttötarkoitukseensa, eli merkitsemään rinnan alareunaa sekä mahdollisia leikkausarpia. Se on materiaalina helppokäyttöinen, turvallinen potilaille (muovipäälystys) sekä hyvä annossuunnittelun kannalta.

Koska tähän ihomarkkeri-lankana käytettyyn materiaaliin oltiin jo valmiiksi tyytyväisiä Helsingin Syöpätautien klinikan sädehoito-osastolla, on opinnäytetyössä keskitytty mamillan merkintään käytettäviin ihomarkkereihin. Lankojen vertailun tarkoituksena oli lähinnä todeta myös annossuunnitteluohjelmassa nähtyihin fakta-eroihin vedoten, että kuparilanka on Helsingin Syöpätautien klinikan sädehoito-osaston tarpeisiin paras.

6.2 Arviointi annossuunnitteluohjelmalla

Kuvattujen pakkojen avulla tutkittiin annosjakaumien muutoksia, MU (Monitor Unit) arvojen muutoksia sekä asettelutarkkuutta.



KUVIO 8. Beekleyn CT-spot:ille tehty Plan Sum.

Valittuamme 4,0 mm:n ja 2,5 mm:n ihomarkkerit tarkempaan analyysiin kuvasimme ne eri sarjoissa ja eri pakkoina. 2,5 mm:n ihomarkkerit kuvattiin niiden ollessa fantomin keskiviivalla. 4,0 mm:n ihomarkkerit kuvattiin siten, että ne oli sijoitettu molemmin puolin keskiviivaa paikoille, jotka olivat anatomian kannalta vertailukelpoisesti ”samoilla” paikoilla (kuvio 8, kuvio 9).



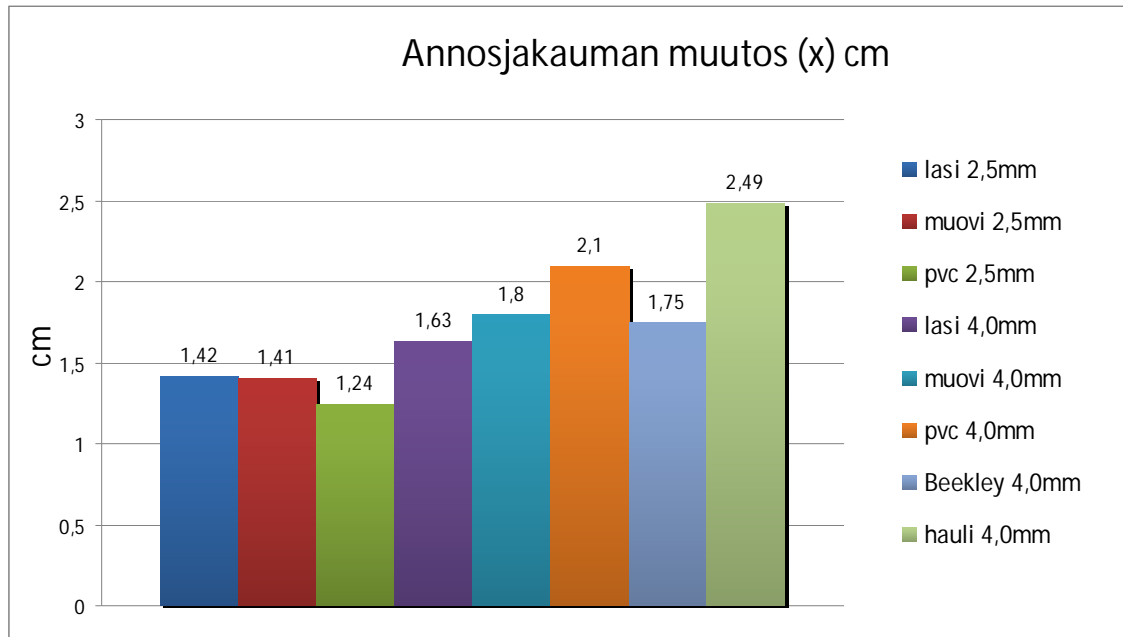
KUVIO 9. 4 mm muovi helmelle tehty Plan Sum.

Teimme kaksi hoitokenttää jokaiselle ihomarkkerille. Toisessa suunnitelmassa ihomarkkeri oli piirretty osaksi BODY-tilavuutta, eli se sisältyi kohdealueeseen kun taas toisessa se oli rajattu ulos alueesta. Muuten parametrit olivat samanlaiset. Suunnitelmat tehtiin niin että isosentri ei kulkenut ihomarkkerin kautta vaan sen vierestä.

Saman ihomarkkerin kahdesta eri suunnitelmasta tehtiin Plan Sum:it eli annosjakauma vertailut (annosjakaumien erotukset) ihomarkkerikohtaisesti. Plan Sum:ien avulla saatiin annosjakaumien erot näkyviin. Plan Sum kuvaa kahden eri suunnitelman annosjakaumat samassa kuvassa, jolloin saadaan aikaiseksi BODY-tilavuus johon kuvautuu kaikki kohdat, joissa annosjakaumat eroavat toisistaan. Kuvassa siis näkyy joko alueita joissa on suurempi tai pienempi annos. Vertailut tehtiin siten, että annossuunnitelmasta, jossa ihomarkkeri oli osa BODY-tilavuutta vähennettiin suunnitelma jossa kyseinen ihomarkkeri oli rajattu ulos alueesta. Tuloksena siis oli kuva, jossa näkyi alueet, jotka ihomarkkeri-pakassa saivat suuremman annoksen sekä alueet jotka ihomarkkeri-pakassa saivat pienemmän annoksen, kuin kuvapakassa jossa ihomarkkeri ei ollut mukana. Tekemällä tämä vertailu saatiin annoserot siitä, miten ihomarkkeri vaikuttaa annosjakaukseen ja siten koko annossuunnitteluun. Eroja pystytään analysoimaan taulukoiden ja kaavioiden avulla.

6.2.1 Annosjakaumien muutokset

Annosjakaumamuutosten arvioinnissa käytettiin annossuunnitteluohjelman Plan Sum Evaluation-työkalua. Annosjakaumien erot saatiin kuvautumaan Plan Sum Evaluation-työkalun avulla yllä kuvatulla tavalla. Tällöin muutokset kuvautuivat leikkeisiin ja niitä voitiin arvioida visuaalisesti. Annosjakaumamuutosvertailuun ei otettu mukaan La-



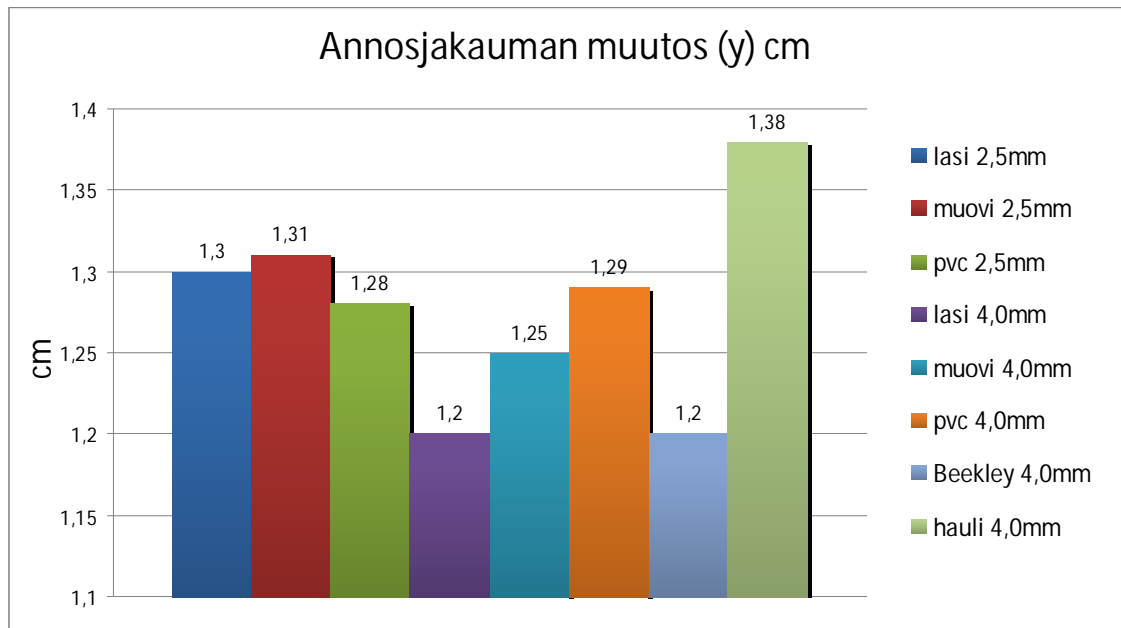
KUVIO 10. Välittömästi ihomarkkerin alle syntyvä annosjakauman muutos, muutoksen mitta leveyssuunnassa.

xoberon kapselia, sillä sitä ei voitu artefaktin suhteen verrata muihin ihomarkkereihin kokonsa vuoksi.

Kaikissa ihomarkkereissa oli nähtävissä samankaltaisia vaikutuksia annosjakaumiin, ja nämä vaikutukset voidaan jakaa karrikoiden kahteen luokkaan: välittömästi ihomarkkerin alle syntyvä annosjakauman muutos sekä fantomin lävitse kulkeva annosjakauman muutoksen alue (liite 4).

Ihomarkkerien alle syntyvät annosjakauman muutokset sijaitsivat välittömästi ihomarkkerien alla fantomissa. Muutosalueet alkoivat pinnasta. Muutosalueen koko mitattiin aina pituus- ja korkeussuunnissa (kuvio 10, kuvio 11, liite 3). Muutosalueiden koot vaihtelivat hieman, mutta erot olivat pieniä. 4mm:n ihomarkkereilla muutosalue oli noin kokoluokkaa 2,0 cm * 1,2 cm ja 2,5 mm:n ihomarkkereilla noin 1,4 cm * 1,2 cm.

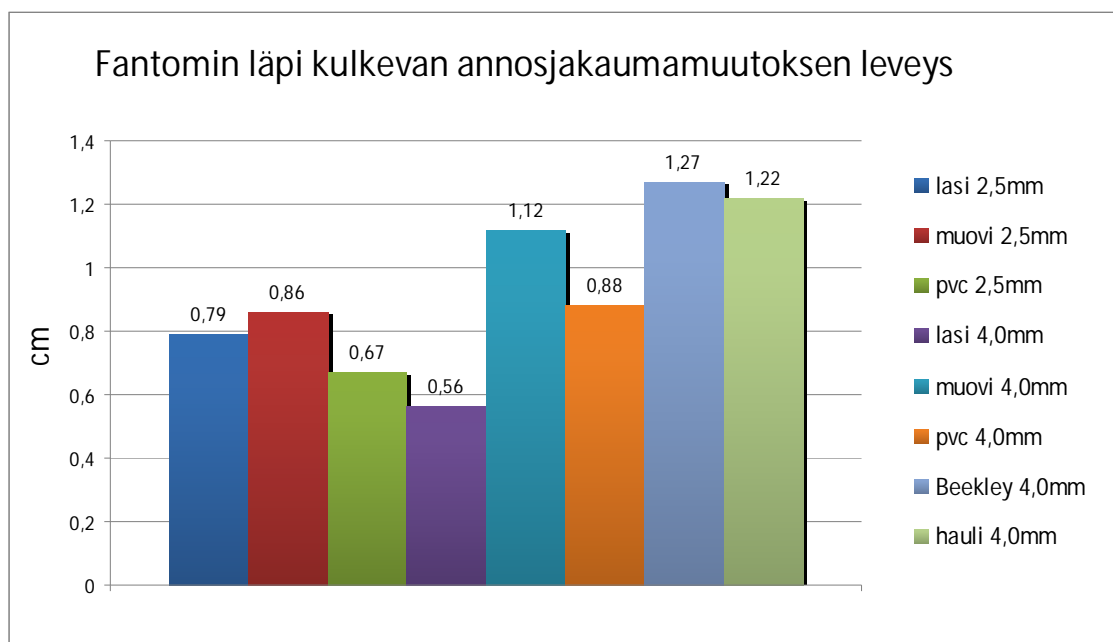
Ainoan selkeän poikkeuksen näistä kokoluokista muodosti 4mm lyijyhaulit, joka aiheutti 2,5 cm * 1,4 cm kokoisen annosmuutosalueen. Lyijyhauhin aiheuttaman annosjakaumamuutoksen mittoja oli kuitenkin vaikeaa arvioida luotettavasti, sillä se aiheutti niin paljon artefaktia, että BODY-tilavuuden ääriviivoja ei enää erottanut. Tämä hankaloitti todellisen muutosalueen mittaamista. Näitä annosmuutoksen alueita tarkastellessa



KUVIO 11. Välittömästi ihomarkkerin alle syntyvä annosjakauman muutos, muutoksen mitta korkeussuunnassa.

on huomioitava kuvauksessa käytetty asettelu: 4,0 mm:n ihomarkkerit aseteltiin kuvaukseen molemmiin puolin fantomia sivummalle ja 2,5 mm:n ihomarkkerit keskelle fantomin päälle. Tämä erilainen sijainti vaikutti annosjakaumiin ja niiden muotoon, jolloin erikokoiset ihomarkkerit eivät ole suoraan vertailtavissa. Voidaan kuitenkin todeta, että ihomarkkerit vaikuttavat annosjakaumaan ja täten myös annoslaskentaan. Siksi mahdollisimman pieni artefakta on annoslaskennan kannalta paras.

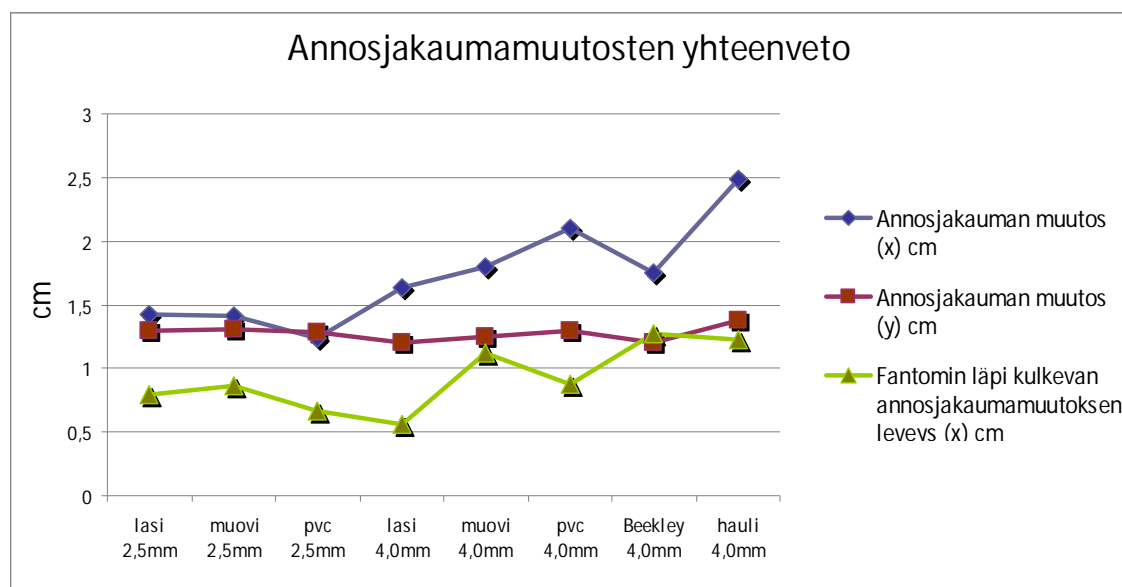
Toinen annosjakaumamuutoksen ryhmä oli fantomin lävitse kulkevan annosjakaumamuutoksen alue. Tämä alue syntyi fantomiin ihomarkkerin alapuolelle ja alueen eri kohdissa oli erisuuruisia annosmuutoksia. Fantomin läpi kulkevat annosjakaumamuutoksen alueet erottuivat kuitenkin ihomarkkerin alle syntyvistä annosjakauman muutoksista, sillä ne rajautuivat selkeästi omiksi alueikseen.



KUVIO 12. Fantomin lävitse kulkeva annosjakaumamuutos, muutoksen mitta leveyssuunnassa.

Pitkittäin kulkevia annosjakaumamuutoksen alueita oli vaikeaa vertailla, sillä muutosalueissa oli eroavaisuuksia. Eroja oli muutosalueiden reunojen tasaisuuksissa sekä muutosalueiden varsinaisissa muodoissa.

Pääpiirteittäin suurimmat eroavaisuudet näkyivät kuitenkin annosjakaumamuutosalueen leveyksissä (kuvio 12), joten se ominaisuus valittiin parhaaksi keinoksi vertailtaessa ihomarkkereita fantomin läpi kulkevien annosjakaumamuutosalueiden kannalta. Tätä ominaisuutta tarkasteltaessa 4,0 mm:n ihomarkkereista pienimmän annosmuutosalueen aiheuttaa lasihelmi. Sen aiheuttaman muutosalueen leveys oli 0,6 cm. 2,5 mm:n ihomarkkereista vastaavan ominaisuuden kannalta paras ihomarkkeri oli pvc-sylinteri, jonka aiheuttaman muutosalueen leveys oli 0,7 cm. Yhteenvetona (kuvio 13) voidaan todeta, että 4,0 mm:n ihomarkkereista lasihelmi oli paras kokonaisuuden kannalta, kun vertailtiin ihomarkkereita annosjakaumamuutosten suhteen. Se aiheutti pienimmät muutokset kaikissa kategorioissa. 2,5 mm:n ihomarkkereista paras oli pvc-sylinteri. Se oli vastaavasti kaikkien kategorioiden kannalta paras omassa kokoluokassaan.

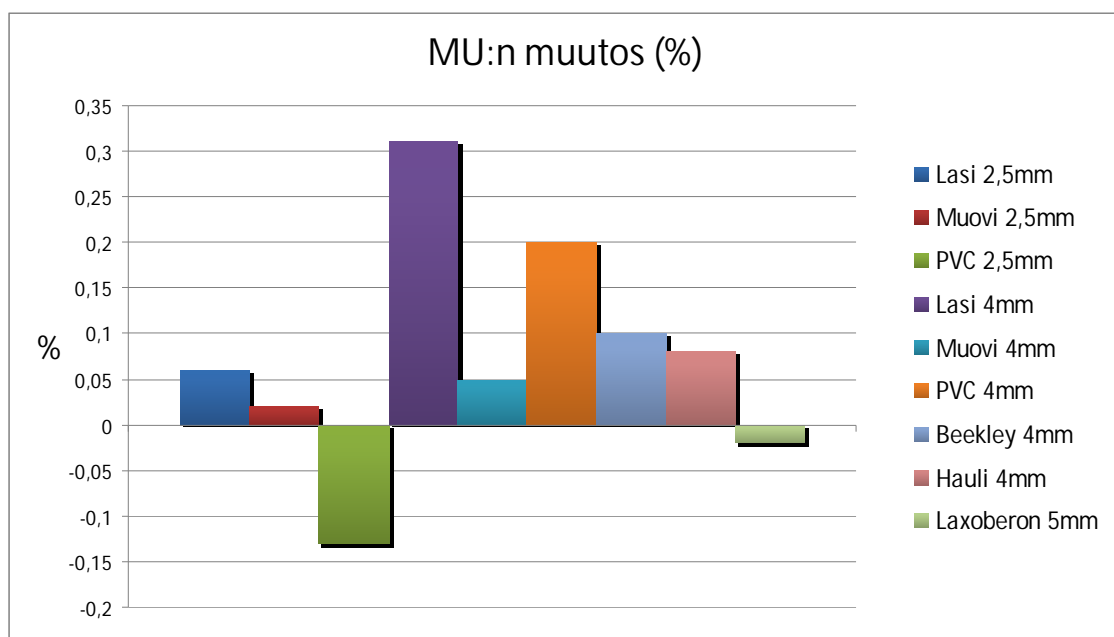


KUVIO 13. Yhteenveto ihomarkkereiden aiheuttamista annosjakaumamuutoksista.

6.2.2 MU:n muutokset

Ihomarkkereista tehtiin vertailu MU:n osalta. Monitor Unit on annosmäärä, joka kuvaa sädehoitolaitteella annettavaa hoitokenttäkohtaista säteilymäärää. Vertailussa katsottiin, miten ihomarkkerin sisällyttäminen annossuunnittelun kohdealueeseen vaikutti suunnitelman yhteenlaskettuun MU:hun, ja verrattiin tilannetta suunnitelmaan, jossa ihomarkkeria ei sisällytetty kohdealueeseen. Vertailusta saatiin tulokseksi MU:n prosenttimuutoksia, jotka kuvasivat annoseroja (kuvio 14). Ihomarkkereiden vaikutukset MU:hun ovat todella pienet, joten erot ovat marginaalisia. Tässä täytyy ottaa huomioon annossuunnitteluohjelman mahdolliset epätarkkuudet ja virheet laskelmissa.

Ihomarkkerit eivät 2,5 mm:n kokoluokassa vaikuttaneet juurikaan MU:iden määriin. Kuitenkin muovihelmi on 2,5 mm:n ihomarkkereista MU:n kannalta paras. Sillä oli vähiten vaikutusta MU:hun, se nosti MU:ta 0,02 %. Käytännön kannalta kyseinen muutos ei siis ole merkittävä. Kun vaihteluväli oli +0,06 % - -0,13 %, ei voida puhua suurista annosmuutoksista. Sitä, miksi pvc-ihomarkkerin sisällyttäminen kohdealueeseen pienensi MU:iden määrää 0,13 %, ei osata varmuudella arvioida. Todennäköisin syy tähän on inhimillinen virhe, joko epätarkkuus ihomarkkerin rajauksessa tai heitto pvc-sylinterin annossuunnitelmassa. Koska ihomarkkeri on kooltaan pieni, voi pieninkin heitto kummassa tahansa tapauksessa aiheuttaa tämän kokonaisannoksen poikkeavan muutoksen.

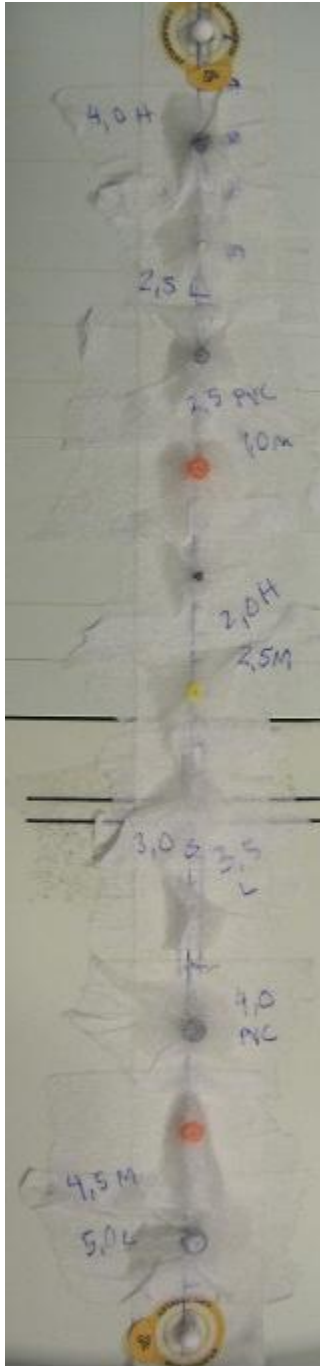


KUVIO 14. Ihomarkkerien vaikutukset Monitor Unit:ien kokonaismäärään prosentteina.

Muovihelmi on 4,0 mm:n ihomarkkereista MU:n kannalta paras: sillä on pienimmät vaikutukset MU:hun (pienin prosentuaalinen muutos, +0,05 %). Erot kaikkiaan vaihtelivat välillä +0,31 % - +0,05 %. 4,0 mm ihomarkkereilla oli hieman isommat erot kuin 2,5 mm:n ihomarkkereilla. Tähän vaikuttanee se, että isompi koko korostaa enemmän eri aineiden välisiä eroja.

6.2.3 Asettelutarkkuus

Yksi leikepakka kuvattiin siten, että ihomarkkerit aseteltiin peräkkäin mahdollisimman tarkasti 2,0 cm:n välein fantomin päälle. Asettelussa käytettiin mittanauhaa. Ihomarkkerit aseteltiin mitan päälle mahdollisimman tarkasti mitan viivojen kohdille ja teipattiin paikoilleen (kuvio 15). Tämän pakan leikkeistä laskettiin ihomarkkereiden niin sanotut ”todelliset paikat”, eli mitattiin niiden väliset etäisyydet annossuunnitteluohjelman mitaustyökalulla. Niiden etäisyydet vaihtelivat välillä 1,80 cm - 2,3 cm. Tulosta tarkastellessa on otettava huomioon mahdolliset inhimilliset asetteluvirheet: käsitellessä etenkin pienimpiä ihomarkkereita, on asetteluvirheen todennäköisyys kohtalaisen suuri. Vaikka yrittäisi kuinka tarkasti katsoa oikean kohdan ihomarkkerille ja asettaa sen oikeaan kohtaan, on sorminäppäryys jo tärkeä tekijä. Lisäksi on huomioitava ihomarkkerin koon vaikutukset tarkkuuteen, sillä esimerkiksi asetellessa 4,0 mm:n kokoista helmeä ohuen viivan (halkaisija < 1,0 mm) päälle on erittäin vaikeaa. Siksi on hyvin todennäköistä että



KUVIO 15. Asettelutarkkuutta mittaavassa leikepakassa käytetty ihomarkkereiden asettelutapa.

asettelutarkkuudessa nähtävät heitot johtuvat inhimillisistä syistä kuin ihomarkkerin virheellisestä kuvautumisesta. Lisäksi on huomioitava inhimillisten virheiden vaara annosuunnitteluohjelman mittatyökalua käytettäessä, sillä mitat oli otettava silmämääräisesti arvioiden mahdollisimman tarkasti oikeista kohdista. Pienten virheiden mahdollisuus on suuri, kun puhutaan muutamien millimetrien eroista.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Ihomarkkereiden visuaalisen arvioinnin jälkeen voimme todeta lyijyhaulien aiheuttavan eniten artefaktia. Lyijyhauleja emme suosittele käyttävän TT-simuloinnissa. Lasihelmet kuvautuivat selkeimmin, mutta aiheuttivat jonkin verran artefaktia. Muovihelmet näkyivät hieman haaleammin, mutta kuitenkin tasaisemmin kuin lasihelmet, eivätkä ne aiheuttaneet juuri lainkaan artefaktia. Beekleyn CT-spotin kuvautumisen voimakkuus oli lyijyhaulin ja lasihelmen väliltä, eli kuvautumien oli voimakasta mutta samalla ihomarkkeri aiheutti selkeästi artefaktia. Visuaalisuuden kannalta parhaat ihomarkkerit olivat lasia ja muovia, mutta mielestämme muovi oli materiaalina parempi. Tämä johtuu siitä, että mielestämme oli tärkeämpää pienentää artefaktan määrää kuin maksimoida kuvautumisen voimakkuus.

Annosjakauma muutoksia analysoitiin vertailemalla annosjakaumamuutosalueiden kokoja. Muutokset jaettiin kah-

teen luokkaan: välittömästi ihomarkkerin alle syntyviin annosjakaumamuutoksiin ja fantomin lävitse kulkeviin annosjakaumamuutoksen alueisiin. Ottaen huomioon nämä molemmat kategoriat saatiin tulokseksi molemmista kokoluokista parhaat ihomarkkerit. 2,5 mm:n ihomarkkereista paras oli pvc-sylinteri ja 4,0 mm:n ihomarkkereista paras oli lasihelmi.

Tarkasteltaessa ihomarkkereiden vaikutusta MU:hun, parhaaksi 2,5 mm ihomarkkeriksi osoittautui muovihelmi. Sillä oli vähiten vaikutusta MU:hun, se nosti MU:ta 0,02 %. Mutta kuten jo aiemmin on todettu, sillä ei käytännön kannalta ole merkitystä. Muutkaan ihomarkkerit eivät tässä kokoluokassa vaikuttaneet juurikaan MU:iden määriin, sillä vaihteluväli oli +0,06 % - -0,13 %. Kun taas tarkastellaan 4,0 mm:n ihomarkkereita, on muovihelmi ihomarkkereista MU:n kannalta paras. Sillä on pienimmät vaikutukset MU:hun. Erot kaikkiaan vaihtelivat välillä +0,31 % - +0,05 %. Isommissa ihomarkkereissa erot olivat suuremmat, minkä voidaan olettaa johtuvan siitä, että isompi massa korostaa enemmän eri aineiden välisiä tiheyseroja.

Asettelutarkkuudessa ihomarkkereita ei juurikaan pystytty vertailemaan eikä toteamaan parasta. Otimme analysointivaiheessa huomioon mahdolliset inhimilliset asetteluvirheet. Erikokoisia helmiä oli vaikea käsitellä ja asetella tarkalleen 2,0 cm:n välein. Isommat helmet olivat helpompia käsitellä kuin pienemmät. Koska asettelutarkkuudessa esiintyneet virheet olivat pieniä ja epäsäännönmukaisia, voidaan olettaa etteivät ne aiheutuneet materiaalien erilaisista kuvautumisominaisuuksista. Virheiden mahdollisuus on suuri, kun puhutaan muutamien millimetrien eroista.

8 POHDINTA

Opinnäytetyössä vertailtiin erilaisia rintasyövän sädehoidon TT-simuloinnissa käytettäviä ihomarkkereita niiden fysikaalisten ominaisuuksien kannalta. Teoriaosuudessa käsitelimme yleisesti rintasyöpää sairastavan hoitopolkua sädehoito-osastolla. Opinnäytetyöhön ihomarkkerit valittiin ihomarkkereista tehdyn kyselyn ja oman pohdinnan kautta. Kysely oli erillinen kehittämistehtävä, jota käytimme lähteenä valitessamme lopullisia ihomarkkereita.

Valitsemamme ihomarkkerit hyväksyttiin opinnäytetyöhön Helsingin Syöpätautien klinikan sädehoito-osaston fyysikoiden toimesta. Lisäksi heidän kanssaan ideoitiin mahdollisesti itse valmistettavia ihomarkkereita. Keskustelun pohjalta päädyttiin valmistamaan sädehoito-osaston työpajalla kaksi pvc-muovista valmistettua sylinteriä, jotka otettiin mukaan opinnäytetyöhön. Ihomarkkereiden suunnittelu- ja valintaprosessi oli

mielenkiintoinen, sillä pääsimme tutustumaan Suomen muiden sädehoito-osastojen käytäntöihin sekä itse ihomarkkerimateriaaleihin.

Opinnäytetyön tekeminen oli mielenkiintoista. Pääsimme syventymään annossuunnitteluun ja jopa käyttämään annossuunnitteluohjelmaa itse. Ymmärrys koko sädehoitoprosessia kohtaan kasvoi ja pääsimme perehtymään myös alueisiin, jotka eivät normaalisti kuulu röntgenhoitajan työnkuvaan.

Saimme hyvää kokemusta tutkimustyöstä ja valmiudet tulevaisuuden projekteja varten. Saimme itsevarmuutta tieteellisen tekstin tuottamiseen ja mielestämme hallitsemme nyt paremmin kirjallisen työskentelyn. Tieteellinen ajattelutapamme kehittyi ja kokonaisuuksien hallinta sekä hahmotuskyky parantuivat. Saimme arvokasta kokemusta lähteiden ja erityisesti tieteellisten artikkeleiden etsimisessä. Tästä on varmasti apua tulevaisuudessa, mikäli sitä työelämässä tarvitsemme.

Prosessin kulku sujui hyvin. Eniten työtä vaatineet osat olivat opinnäytetyön suunnitelmavaihe sekä työskentely sädehoito-osastolla. Opinnäytetyön suunnitelmavaiheeseen sisältyi teoriapohjan kartoitusta ja annossuunnitteluun perehtymistä, jotka olivat yllättävän haastavia ja aikaavieviä. Sädehoito-osastolla työskentelyyn kuului ihomarkkereiden kuvaus sekä analysointi annossuunnitteluohjelmalla. Tämä osa-alue vei meiltä paljon aikaa ja vaati uusien asioiden sisäistämistä. Työvaihe oli raskas mutta antoisa. Kirjallisen tuotoksen teko itsessään oli melko työläs, mutta työskentelyä helpotti hyvä perehtyminen aiheeseen sekä selkeä aineisto.

Opinnäytetyö sisälsi kaksi selkeästi esille noussutta ongelmakohtaa. Teoriaosuutta oli vaikea kirjoittaa, sillä kunnollisia lähteitä aiheesta ei juuri löytynyt. Useimmat ainoastaan sivusivat aiheitamme. Koska opinnäytetyössämme ei kuitenkaan varsinaisesti tarvittu lähteitä muualle kuin yleisesti rintasyöpää sairastavan hoitopolkua sädehoito-osastolla kuvaavaan osioon, ei lähteiden vähyys noussut kynnyskysymykseksi opinnäytetyössämme.

Toiseksi selvityksen haasteista nousi kaupallisten ihomarkkereiden koostumus. Helsingin Syöpätautien klinikalla käytettävää ihomarkkeria myyvä taho, Beekley, ei luonnollisesti antanut tietoja internetsivuillaan, mitä aineita CT-spot sisältää. Siksi otimme Beekleyn sähköisesti yhteyttä 19.11.2009 ja tiedustelimme, voisivatko he jollakin tavalla

kommentoida ihomarkkerin koostumusta. 20.11.2009 saadussa vastauksessa ilmoitettiin, etteivät CT-spotit sisällä metallia. Muuten koostumusta ei kommentoitu.

Opinnäytetyötä voidaan hyödyntää Helsingin Syöpätautien klinikan sädehoito-osastolla, jossa on mahdollista pohtia uudelleen mitkä ihomarkkerit ovat parhaita heidän käyttöönsä. Opinnäytetyön tuloksena voimme ehdottaa sädehoito-osastolla käytettäväksi muovihelmiä ja muovipäälysteistä kuparilankaa. Nämä ovat helppokäyttöisiä materiaaleja, jotka ovat lisäksi annossuunnittelun kannalta optimaalisia. Muovihelmet ja muovipäälysteinen kuparilanka ovat lisäksi potilaalle turvallisia, sillä ihomarkkereiden käytössä on huomioitava niiden pintamateriaali käytettäessä paljaalla iholla. Muovipäälysteen on todettu sopivan potilaille, joten voidaan päätellä että myös muovihelmet olisivat potilasystävällisiä.

Osana opinnäytetyön hyödyntämistä on sovittu myös tiedotuksesta osalle Suomen sädehoito-osastoista. Nämä sädehoito-osastot osallistuivat viime syksynä tehtyyn Säteilyturvallisuus 2-kurssin puitteissa tehtyyn kyselyyn, jota hyödynsimme opinnäytetyössä. Jo kyselyä tehtäessä sovittiin osallistuvien sädehoito-osastojen kanssa siitä, että opinnäytetyön valmistuttua heille lähetetään tuotos sähköisesti.

Jatkotutkimusaiheena voisimme ehdottaa systemaattisempaa ihomarkkereiden tutkintaa. Olisi mielenkiintoista nähdä millaisia tuloksia syntyisi, jos tutkimus toistettaisiin useamman kerran ja sattumavirheiden mahdollisuus voitaisiin rajata pois. Lisäksi tutkimukseen voisi ottaa mukaan hengitysliikkeiden vaikutusten arvioinnin ja analysoinnin sekä ihomarkkereiden hintaerojen taloudellisen näkökulman. Tällätavoin saataisiin aikaan kokonaisuus joka on monipuolisempi, ottaen laajemmin kantaa myös muun muassa kustannuksiin.

LÄHTEET

- Aaltola, Juhani – Valli, Raine (toim.) 2001: Ikkunoita tutkimusmetodeihin 1. Jyväskylä: Gummerus.
- Airaksinen, Tiina – Vilkkä, Hanna 2003: Toiminnallinen opinnäytetyö. Jyväskylä: Gummerus.
- Aird E. G. A – Conway J 2002: CT simulation for radiotherapy treatment planning. The British Journal of Radiology 75. 937-949.
- Boersma L. – Borger J. – Dijcks C. – Murrer L. – Strijbos J. – Van Der Salm A. 2009: Use of skin markers and electronic portal imaging to improve verification of tangential breast irradiation. Radiotherapy and oncology 90. 106-109.
- Buchali A. – Geismar D. – Hinkelbein M. – Schlenger L. – Zinner K. – Budach V. 2001: Virtualsimulation in patients with breast cancer. Radiotherapy and Oncology 59. 267-272.
- ICRU Report 50. Prescribing, Recording, and Reporting Photon Beam Therapy. 1993. International Commission on Radiation Units and Measurements.
- Joensuu, Heikki – Kouri, Mauri – Ojala, Antti – Tenhunen, Mikko – Teppo, Lyly (toim.) 2002: Kliininen sädehoito. Helsinki : Duodecim
- Joensuu, Heikki (toim.) – Roberts, Peter J., – Teppo, Lyly – Tenhunen, Mikko 2006: Syöpätaudit. Helsinki : Duodecim
- Tenhunen, Mikko 2010. Ylifyysikko. Helsinki. Suullinen tiedonanto 20.1.

KÄSITTEIDEN MÄÄRITYKSET:

BODY-tilavuus	annosjakauman muutosalue
fIMRT	suoraan suunniteltu intensiteettimoduloitu sädehoito
ihomarkkeri	Sillä tarkoitetaan anatomiaa tai muuta kohdetta osoittavaa merk- kausvälinettä, joka kuvautuu tietokonetomografia-leikkeisiin.
kV	kilovoltti, jännite
mA	milliampeeri, putkivirta
MU	monitor unit, hoitokenttäkohtainen kokonaisannos, annossuun- nitteluohjelmassa sekä sädehoitokoneella sädeannosta kuvaava yksikkö
NI	noise index on määre, joka kuvaa kohinan määrää kuvaleikkeissä
PTV	Planning target volume, sädehoidon kohdealue
SSD	source-skin distance, lähde-ihoetäisyys

Muovi 2,0 mm



Lasi 2,0 mm



Lyijyhauti 2,0 mm



Muovi 2,5 mm



Lasi 2,5 mm



Pvc-sylinteri 2,5 mm



Muovi 3,0 mm



Lasi 3,0 mm



Silikoni 3,0 mm



Muovi 3,5 mm



Lasi 3,5 mm



Beekley CT-spot 4,0 mm



Muovi 4,0 mm



Lasi 4,0 mm



Pvc-sylinteri 4,0 mm



Muovi 4,5 mm



Lasi 4,5 mm



Lyijyhauti 4,0 mm



Muovi 5,0 mm



Lasi 5,0 mm



Laxoberon-kapseli 5,0 mm



Kuparilanka 0,6 mm

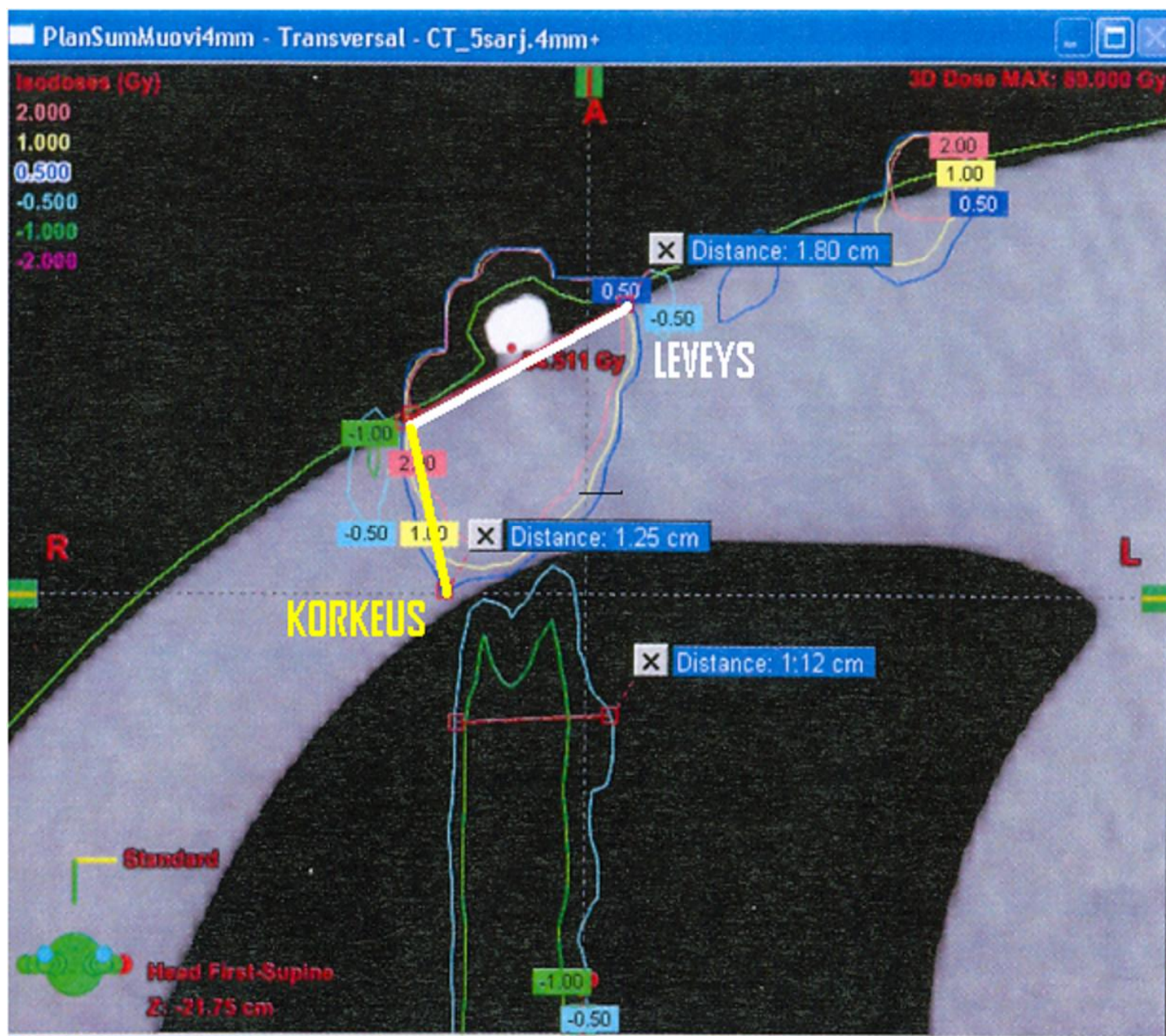


Lyijylanka 1,0 mm



Silikoniletku 3,0 mm






<div> <div>Selection</div> <div>Registration</div> <div>Contouring</div> <div>Field Setup</div> <div>Field Evaluation</div> </div>													
Fields		Dose Prescription		Dose Statistics		Plan Sum							
In Total	Plan ID	Course ID	Operation	Plan Weight	Target	Prescribed Percentage [%]	Dose / Fraction (Gy)	Number of Fractions	Total Prescribed Dose (Gy)	Plan Normalization Mode	Field ID	MU	Field Weight
<input checked="" type="checkbox"/>	5sarj.muovi4	C1	-	1.00		100.0	100.000	1	100.000	No plan normalization	Field 1	9277	1.00
<input checked="" type="checkbox"/>	5sarj.muovi4+	C1	+	1.00		100.0	100.000	1	100.000	No plan normalization	Field 1	9282	1.00

HELSINGIN JA UUDENMAAN
SAIRAANHOITOPUOLUSTUS
HYKS-sairaanhoitoalue 2008
Medisiininen tulosyksikkö

TUTKIMUSLUVAN MYÖNTÄMINEN 1 (1)
§ 15
27.01.2010

Hakijat	Röntgenhoitajaopiskelijat Veera Hartikainen ja Tuire Sotavalta Metropolia ammattikorkeakoulu
Esittelijä	Osastoryhmän päällikkö Marita Kaltea
Asia	TUTKIMUSLUVAN MYÖNTÄMINEN OPINNÄYTETYÖLLE 'IHOMARKKEREIDEN KÄYTTÖ RINTASYÖVÄN SÄDEHOIDON TT-SIMULOINNISSA' HUS:N VASTUUHENKILÖ FYYSIKKO TIINA SEPPÄLÄ, HYKS SYÖPÄTAUTIEN KLINIKKA
Tutkijat/tutkimusryhmä	Opinnäytetyön tekijät Veera Hartikainen ja Tuire Sotavalta. Opinnäytetyön ohjaajat lehtorit Anne Kangas ja Antti Niemi, Metropolia amk. HUS:n vastuuhenkilö fyysikko Tiina Seppälä, HYKS syöpätautien klinikan sädeosasto.
Perustelut	Opinnäytetyön tarkoituksena on vertailla erilaisia anatomiaa osoittavia ihomarkkereita rintasyövän sädehoidon TT-simuloinnissa. Opinnäytetyön tavoitteena on saada tietoa vaihtoehtoisista merkintatavoista ja kehittää toimintatapoja anatomian merkinnässä sädeosastolla.
Päätös	Edellä olevan mukaan päätän myöntää röntgenhoitajaopiskelija Veera Hartikaisen ja Tuire Sotavallan opinnäytetyölle tutkimusluvan 31.5.2010 saakka.
Sovelletut oikeusohjeet	HUS Yleiskirje 22/2000 Henkilötietolaki (523/1999) Laki lääketieteellisestä tutkimuksesta (488/1999) Laki potilaan asemasta ja oikeuksista (785/1992)
Päätösvallan peruste	Hallintosääntö 20§, Tulosyksikön johtajan päätösvallan siirto §85/2009  Reijo Tilvis HYKS Med ty, ylilääkäri, tutkimus ja opetus
Jakelu	Opiskelijat Veera Hartikainen ja Tuire Sotavalta ORP Marita Kaltea Fyysikko Tiina Seppälä

Lähetetty tiedoksi

2/2 2010